

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ IX ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ИВАНОВО, 12 АПРЕЛЯ 2018 г.**

MACHINES AND MECHANISMS RELIABILITY AND DURABILITY

**COLLECTION OF MATERIALS OF THE IXth ALL-RUSSIA
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE IVANOVO, APRIL 12, 2018**

Иваново 2018

УДК 621+614.842

ББК 30

Н 17

Надежность и долговечность машин и механизмов : сборник материалов
Н 17 IX Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2018 г.
– Иваново : ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС
России, 2018. – 629 с. – ISBN 978-5-6040373-3-1

В сборнике опубликованы материалы выступлений и статьи участников конференции, отражающие результаты научных исследований по направлениям: повышение надежности и долговечности машин и механизмов, смазочные материалы и процессы, трибология процессов механической обработки, актуальные вопросы инженерно-технической подготовки пожарных и спасателей.

Материалы сборника конференции предназначены для широкого круга научных и инженерно-технических работников, адъюнктов, аспирантов, курсантов и студентов, занимающихся вопросами повышения надежности и долговечности машин и механизмов и могут быть использованы для совершенствования практической, научной и педагогической деятельности.

The collection contains the contributions and articles of the conference participants. They reflect the results of scientific researches in the different areas, such as following: increasing of the machines and mechanisms reliability and durability, lubricants and lubricating processes, the friction of the machining processes, the questions of firefighters engineering and technical education.

The materials of the collection are intended for a wide range of scientists and engineers, adjuncts, post graduate students, cadets and students engaged in the improvement of machines and mechanisms reliability and durability and friction technology researches and can be used to improve practical, scientific and educational activities.

ББК 30

Организационный комитет

д-р техн. наук, профессор **В. А. Годлевский** (председатель оргкомитета)
канд. техн. наук, доцент **В. В. Киселев** (заместитель председателя оргкомитета)

д-р техн. наук, профессор **В. А. Полетаев**

д-р техн. наук, профессор **С. В. Натареев**

Ю. Н. Моисеев

д-р техн. наук, профессор **М. Ю. Колобов**

О. И. Орлов

канд. техн. наук **П. В. Пучков**

Editorial Council

dr. techn. sciences, prof. **V. A. Godlevsky** (chairman)

cand. of techn. sciences, docent **V. V. Kiselev** (vice-chairman)

dr. techn. sciences, prof. **V. A. Poletaev**

dr. techn. sciences, prof. **S. V. Natareev**

Yu. N. Moiseev

dr. techn. sciences, prof. **M. Yu. Kolobov**

O. I. Orlov

cand. of techn. sciences **P. V. Puchkov**

ISBN 978-5-6040373-3-1

НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

УДК 621

И. И. Азизов, А. В. Карханов, В. В. Киселев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТА ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Повышение надежности автотранспортных средств, используемых в системе МЧС и в любой другой сфере, является важной хозяйственной задачей. Данная проблема может быть решена обеспечением пожарно-спасательных гарнизонов современными надежными автомобилями или совершенствованием методов технической эксплуатации пожарной техники, а также устройств и оборудования для сервисного обслуживания и ремонта. В пожарно-спасательных частях часто отсутствует возможность установки стационарных подъемных устройств для проведения обслуживания пожарных автомобилей, поэтому разработка мобильных подъемников является актуальной задачей.

Ключевые слова: пожарная техника, ремонт, обслуживание, подъемник, сервис, мобильность.

I. I. Azizov, A. V. Karkhanov, V. V. Kiselev

ACTUALITY OF DEVELOPMENT AND APPLICATION OF MOBILE LIFTING DEVICES FOR REPAIRING FIRE-FIGHTING EQUIPMENT

Increasing the reliability of vehicles used in the system of the Ministry of Emergency Situations and in any other sphere is an important economic task. This problem can be solved by providing firefighting garrisons with modern reliable vehicles or improving the methods of technical operation of fire equipment, as well as devices and equipment for service and repair. In the fire and rescue units, it is often not possible to install stationary lifting devices for servicing fire trucks, so the development of mobile lifts is an urgent task.

Keywords: fire engineering, repair, maintenance, lift, service, mobility.

Пожарные автомобили, как и автомобили любой другой области применения, требуют своевременного технического обслуживания и ремонта. Они должны всегда быть готовы к применению по назначению, поскольку от этого зависит безопасность граждан и общества.

Проведение ремонтных работ пожарной техники повышенной сложности и трудоемкости производится в производственно-технических центрах, оснащенных всем необходимым оборудованием, тем не менее, часть ремонтных работ может выполняться в пожарно-спасательных частях.

Одним из основных видов оборудования необходимого для проведения технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей является разнообразное подъемное оборудование. Подъемники являются неотъемлемой составляющей мастерских по ремонту автомобилей. Практически любой ремонт ходовой части, регулировка углов установки колес, антикоррозионная обработка и плановое техобслуживание невозможны без этого оборудования.

Таким образом, подъемные устройства позволяют выполнять самые различные виды ремонта автомобильной техники: ремонт ходовой части, регулировка углов установки колес, антикоррозионная обработка и плановое техобслуживание. Также при помощи подъемных устройств становится возможным проведение слесарных, кузовных работ, работ по ходовой части, развал-схождению, шинного сервиса. Кроме этого, подъемные устройства становятся востребованными, когда необходимо выполнять работы с двигателем, коробкой передач или коробкой отбора мощности. Их применение обусловлено удобством эксплуатации и отсутствием смотровых ям.

На сегодняшний день невозможно найти качественный автосервис или СТО без автомобильного подъемника. Это оборудование позволяет проводить диагностику, осмотр, ремонт и техническое обслуживание автомобилей. Они необходимы для проведения слесарных, кузовных работ, работ по ходовой части, развал-схождения, тюнинга, шинного сервиса. Кроме того, подъемники используются при работах с двигателем и электропроводкой, что обусловлено удобством эксплуатации и невозможностью оборудования, в ряде случаев, смотровой ямы.

В настоящее время на рынке представлены различные виды подъемников, но все их можно разделить по двум признакам - автомобильные подъемники с напольной рамой и безрамные. Монтаж стоек на раме снижает требования к напольному покрытию. Безрамные конструкции устанавливаются преимущественно в помещениях с ровными поверхностями без дефектов. Также различают подъемные устройства с асимметричным расположением стоек и с симметричным расположением. Ассиметричные подъемники обеспечивают лучший доступ к дверям автомобиля и больше свободной площади под днищем автомобиля. Недостатком такого типа подъемников является асимметричная нагрузка на его стойки, и как следствие необходимо более жесткое крепление к полу.

Все вышеописанные подъемники имеют одно общее сходство – все они жестко крепятся к полу, то есть представляют собой стационарную конструкцию, неподвижно закрепленную на фундаменте. Это вполне приемлемо для сервисных мастерских, а вот для гаражного хозяйства этот факт является отрицательным. Часто возникают незначительные поломки, которые могут быть устранены силами водителей. Естественно для этого необходимо определенное оборудование, в состав которого входят различные подъемные устройства. В тесном замкнутом пространстве возможность транспортировать не автомобиль к подъемнику, а подъемник к автомобилю была бы вполне востребована. При помощи такого устройства можно было бы проводить самые разнообразные ремонтные работы, начиная с замены аккумуляторных батарей и заканчивая монтажом – демонтажем крупных узлов и агрегатов – двигателя, коробки передач и других. Другим преимуществом мобильных подъемников является возможность их использования в полевых условиях в случаях поломки автомобильной техники на месте тушения пожара или на пути следования. Оперативное устранение неисправности позволит в кратчайшие сроки вернуть пожарный автомобиль в расчет. В ходе проведенного анализа литературных данных и рынка мобильных подъемников

были выявлены несколько типов подъемных устройств. Например, подъемное портативное переносное устройство QuickJack BL-5000. Также существуют передвижные подъемники, рассчитанные на подъем грузовой техники, к которой относится большинство типов пожарных автомобилей. Примером такого подъемника может служить Подъемник четырехстоечный электромеханический ПП-10 компании «Гаро».

На рисунке представлена схема подъема грузового автомобиля для проведения ремонта и технического обслуживания.

Такой подъемник может укомплектовываться траверсой (одной или двумя) для подъема автомобилей за раму, и специальными накладками позволяющими производить подъем автомобилей с диаметром диска колеса от 12» до 17», а также стойкой для вывешивания автомобилей за лонжероны или раму.



Рисунок. Передвижной подъемник ПП-10

На наш взгляд такой тип подъемника является достаточно удобным для эксплуатации в условиях ограниченного пространства пожарного депо. После проведения необходимых ремонтных работ стойки подъемника могут быть убраны в место хранения. Следовательно, при создании мобильных подъемных устройств для пожарно-спасательных частей в обязательном порядке должны быть учтены следующие требования:

- 1) возможность использования подъемника на нескольких рабочих местах;
- 2) подъемник должен легко устанавливаться под различные пожарные автомобили за счет свободного перемещения стоек;
- 3) в конструкции подъемника должна быть предусмотрена траверса для подхвата пожарного автомобиля за раму.

Работа по созданию конструкции подъемного устройства для использования в пожарно-спасательных частях, обладающего малыми габаритами и низкой себестоимостью изготовления, является важной и актуальной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кимстач И.Ф., Девлишев П.П., Евтюшкин Н.М. Пожарная тактика М., 1984.
2. Киселев В.В. К вопросу надежности деталей тормозных механизмов пожарных автомобилей // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2016 г. – № 54.
3. Киселев В.В. Сравнительный анализ кинематических пар кривошипно-шатунных механизмов двигателей пожарной техники // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2016 г. – № 54.

УДК 678.056

*А. Ю. Андрюшкин**, *Е. Н. Кадочникова***, *С. А. Пугачев***

*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

**ФГОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ЭФФЕКТИВНАЯ АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Рассмотрены опасность и виды покрытий для защиты металлических внутренних и наружных поверхностей объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов.

Ключевые слова: коррозия, покрытия, углеводороды.

A. Yu. Andryushkin, E. N. Kadochnikova, S. A. Pugachev

EFFECTIVE ANTICORROSIVE PROTECTION OF OBJECTS OF PROCESSING, STORAGE AND TRANSPORTATION OF HYDROCARBONS

The danger and types of coverings to protection of metal internal and external surfaces of objects of processing, storage and transportation of hydrocarbons are considered.

Keywords: corrosion, coverings, hydrocarbons.

На сегодняшний день проблема повышения надежности и остаточного ресурса объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов, его способности противостоять развитию дефектов и повреждений является весьма актуальной. Эффективная антикоррозионная защита обеспечивает длительный период эксплуатации оборудования без ремонта [1].

Вызванная механическими и химическими воздействиями агрессивных сред коррозия и эрозия способствуют образованию опасных дефектов в металлических конструкциях (трубопроводах, резервуарах, цистернах), часто находящихся под давлением. С точки зрения возникновения взрывов и пожаров наиболее опасна разгерметизация газо- и нефтеперерабатывающего оборудования, обусловленная образованием и развитием трещин в металлоконструкциях.

Причиной аварии послужила внутренняя коррозия в районе нижней образующей аварийной трубной секции вызванная наличием в узле пропуска СОД застойной зоны, выпадением из нефти в осадок включений с большим молекулярным весом и образование агрессивной среды по отношению к металлу трубы.



Рисунок. Разгерметизация магистрального нефтепровода «Сургут-Полоцк», с выходом нефти на поверхность земли и ее последующим возгоранием

По статистическим данным, за последние годы, количество аварий, вызванных разгерметизацией оборудования, на предприятиях нефтегазовой отрасли не снижается. Поэтому проблема повышения надежности и остаточного ресурса объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов, его способности противостоять развитию дефектов и повреждений, актуальна и требует поиска эффективных технических решений.

Применение изоляционных покрытий — это один из способов пассивной защиты объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов от коррозии и эрозии. Наиболее эффективна защита внутренней и наружной поверхности оборудования и трубопроводов антикоррозионными полимерными покрытиями.

Выбор наружного и внутреннего покрытия для защиты объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов основывается на оценке влияния окружающей среды, транспортируемого продукта и предполагаемого срока службы покрытия [2,6].

Для металлических конструкций объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов широкое применение получили многослойные покрытия, содержащие наполненные цинком эпоксидные функциональные слои. Частицы цинкового наполнителя исполняют роль катодной защиты от коррозии. Даже при механическом повреждении наполненный цинком слой является надежным барьером, препятствующим возникновению коррозии на стальной поверхности.

Высокую антикоррозионную стойкость имеют многослойные покрытия, содержащие эпоксидные и полиуретановые слои, при этом свойства этих слоев могут быть значительно повышены за счет введения в их состав наполнителей, например, рубленного стекловолокна, или вспенивания слоя.

Коррозионная стойкость и долговечность покрытия во многом определяется его толщиной.

Таким образом, эффективная антикоррозионная защита полимерными покрытиями внутренних и наружных поверхностей объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов при агрессивном воздействии окружающей среды и транспортируемого продукта обеспечивает длительный период их эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демехин, В.Н., Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: Учебник [Текст]/ В.Н.Демехин и др. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 656с.
2. РД-05.00-45.21.30-КТН-005-1-05. Правила антикоррозионной защиты резервуаров.
3. РД-23.040.00-КТН-189-06. Правила антикоррозионной защиты надземных трубопроводов, конструкций и оборудования магистральных нефтепроводов.
4. ОТТ-25.220.01-КТН-215-10. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Наружное антикоррозионное покрытие труб, соединительных деталей и механотехнологического оборудования.
5. РД-23.020.00-КТН-184-10. Правила антикоррозионной защиты резервуаров для хранения нефти и светлых нефтепродуктов.
6. РД-23.040.01-КТН-149-10. Правила антикоррозионной защиты надземных трубопроводов, конструкций и оборудования объектов магистральных нефтепроводов.

УДК 621

К. Н. Архангельский, А. А. Серебряков, В. Е. Иванов, Н. А. Кропотова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МОБИЛЬНЫЙ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-ПОИСКОВЫЙ РОБОТ

Целью работы является разработка малогабаритного мобильного робототехнического устройства на адаптивном гусеничном шасси для проведения аварийно-спасательных и разведывательно-поисковых работ.

Ключевые слова: мобильный робот, гусеничное шасси, устройство, робототехника.

K. N. Arkhangelsky, A. A. Serebryakov, V. E. Ivanov, N. A. Kropotova

MOBILE RECONNAISSANCE ROBOT

The aim of the work is to develop a small-sized mobile robotic device on an adaptive crawler chassis for emergency rescue and reconnaissance and search operations.

Keywords: mobile robot, tracked chassis, device, robotics.

В современном обществе, с развитием информационных технологий широкое распространение получили различные робототехнические устройства, способные облегчить труд людей, повышающие работоспособность и значительно сокращающие время на выполнение отдельных задач. Робототехника нашла применение во многих сферах деятельности человека. Важным фактором при использовании робототехники в военных целях, или при чрезвычайных ситуациях различного характера, является пригодность к эксплуатации этой техники в жестких и экстремальных условиях, а также возможность обеспечить защиту персонала.

Для этого, на вооружении МЧС России находятся следующие группы мобильных роботов: мобильный робототехнический комплекс - универсальные наземные роботы, предназначенные для действий на объектах транспорта, промышленности, городской инфраструктуры и т. д., на открытой слабопересеченной местности; специальные робототехнические комплексы - роботы, способные перемещаться по вертикальным и наклонным поверхностям промышленных объектов и транспортных средств, а также в трубопроводах и узких местах; малогабаритный дистанционно пилотируемый летательный аппарат (МДПЛА) - воздушный робот для проведения разведки на открытой местности, сильно пересеченной местности, в горах, в городе.

Таким образом, большинство используемых в этой области мобильных роботов на сегодняшний день не являются полностью автономными интеллектуальными системами, однако процент таких устройств по сравнению с телеуправляемыми системами постоянно растет.

В случае возникновения техногенных аварий и пожаров, сопряженных с поражением больших площадей в зонах повышенного риска, обусловленных наличием радиации, химической и биологической зараженности местности, взрывоопасностью, для подавления пожара, проведения пожарно-спасательных и аварийно-

восстановительных работ необходимо максимально сократить непосредственное нахождение людей в опасных зонах, исключив при этом возможность их поражения. Для выполнения этих работ наиболее эффективно применять технологии проведения аварийно-спасательных работ с использованием робототехнических комплексов различного назначения, что позволит уменьшить время на проведение различных задач, а также позволит минимизировать риск получения травматизма и гибели личного состава пожарно-спасательных формирований при чрезвычайных ситуациях.

Соответствующий раздел робототехники получил наименование «Экстремальная робототехника в чрезвычайных ситуациях».

Область применения экстремальной робототехники в интересах МЧС России охватывает всю среду обитания человека на земле, на воде и в воздухе. В связи с этим перед нами встала задача по разработке мобильного робототехнического устройства на сверх проходимом шасси. Проведенный анализ зарубежных и отечественных источников показал, что наиболее подходящее сверх проходимое шасси для эксплуатации в экстремальных внешних условиях, является гусеничное адаптивное шасси (рисунок).

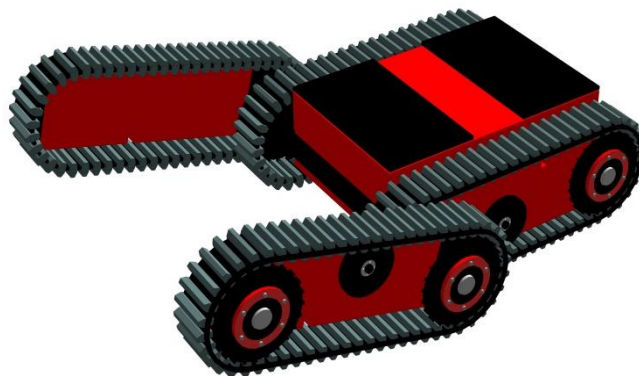


Рисунок. Малогабаритный мобильный робот на гусеничном адаптивном шасси

Адаптивные движители разработанного устройства обладают возможностью изменения своих параметров и структуры самостоятельно или по команде системы управления на основе текущей информации об условиях движения. Для решения разведывательных задач робототехническое устройство будет оснащаться необходимым технологическим оборудованием: комплектом датчиков, средствами первичной обработки информации. Выполнение технологических задач может обеспечиваться манипулятором и набором сменного инструмента к нему. При проведении взрывотехнических работ будет оснащаться необходимым оборудованием для диагностики взрывных устройств с гидроразрушителем.

Используемое в мобильном роботе адаптивное шасси позволит проводить аварийно-спасательные работы в экстремальных условиях. Данное шасси позволяет оборудовать робота для проведения визуального, радиационно-химического контроля; обследования помещений, подвалов, пещер, убежищ, днищ автомобилей и т.д.; обследования потенциально взрывоопасных предметов; доставка и установка в заданных местах легких грузов; уточнение картографической информации и плана помещений; контроль охраняемых зон с автоматической выдачей сигнала тревоги; дистанционное патрулирование охраняемых объектов и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов В.Е.* Выбор платформы для робота на радиуправлении // NovaInfo.Ru. 2016. Т. 2. № 53. С. 36-39.

2. Зарубин В.П., Иванов В.Е., Дадаев Р.Т. Перспективы применения шнековых двигателей в робототехнике. В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны. 2016. С. 240-242.

3. Иванов В.Е., Роммель И.А., Вокуев Д.Н. Перспективные разработки беспилотных летательных аппаратов. В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны. 2016. С. 244-245.

4. Иванов В.Е. Применение 3D-принтера для создания прототипа робота // NovaInfo.Ru. 2016. Т. 3. № 53. С. 30-33.

5. Бык Н.О., Иванов В.Е., Легкова И.А. Перспективы применения квадрокоптеров. В сборнике: Надежность и долговечность машин и механизмов сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 32-33.

6. Зарубин В.П., Иванов В.Е., Сычев С.А. Перспективы применения шнековых двигателей в технике специального назначения. В сборнике: Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 100-летию академика Д.К. Беляева. 2017. С. 58-61.

7. Никитина С.А. Применение инновационных технологий для развития познавательной способности обучающихся / С.А. Никитина, А.А. Покровский, В.Е. Иванов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Воронеж. 2015. Т. 1. № 1 (6). С. 161-164.

8. Киселев В.В. Применение интерактивных форм обучения для развития профессионально-деловых качеств курсантов / В.В. Киселев, В.Е. Иванов, И.А. Легкова // Новейшие достижения в науке и образовании: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Смоленск. 2016. С. 133-135.

УДК 629.3

*С. В. Балаба**, *В. В. Крудышев**, *И. А. Зубарев**,
*Л. А. Новопашин*** , *В. С. Нагорских***

*ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

**ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИАМИДНЫХ И ПОЛИУРЕТАНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ УПЛОТНЕНИЙ РАБОЧИХ ТОРМОЗНЫХ ЦИЛИНДРОВ

Стремительный рост городов и парка транспортных средств в них, приводит к проблеме прибытия пожарных автомобилей к месту пожара. При движении автомобиль испытывает переменные нагрузки которые негативно влияют на него. Выход из строя тормозной системы может привести к аварии тем самым встает проблема повышения надежности её элементов.

Ключевые слова: тормозные цилиндры, надежность, резиновые и полиуретановые уплотнения, полиамиды.

S. V. Balaba, V. V. Krudyshev, I. A. Zubarev, L. A. Novopashin, V. S Nagorskikh

THE ANALYSIS OF POSSIBILITY OF USING POLYAMIDE AND POLYURETHANE MATERIALS AS SEALS WORKING BRAKE CYLINDERS

The rapid growth of cities and fleet of vehicles in them, leads to the problem of the arrival of fire trucks to the place of fire. When driving, the car experiences variable loads that adversely affect it. Failure of the brake system can lead to an accident thereby raising the problem of increasing the reliability of its elements.

Keywords: brake cylinders, reliability, rubber and polyurethane seals, polyamides.

От правильной эксплуатации пожарных автомобилей напрямую зависит жизнь людей и минимизация материального ущерба при пожаре. При следовании на пожар автомобили испытывают частые переменные нагрузки, такие как максимальное ускорение на небольшом участке пути за минимальное время или экстренное торможение при возникновении какой-либо помехи и т.п. Такая интенсивность эксплуатации пожарных автомобилей, по сравнению с транспортно-грузовыми шасси, приводит к преждевременному износу агрегатов и узлов. В настоящее время существуют различные методики контроля технического состояния и прогнозирования выхода из строя элементов конструкции автомобиля [1].

Полностью устранить износ узлов пожарного автомобиля невозможно, но существуют способы его уменьшения путем качественного и своевременного проведения технического обслуживания, использования новых конструкционных и смазочных материалов.

Наибольшую опасность при движении пожарного автомобиля представляет выход из строя тормозной системы, поскольку может привести к тяжелым последствиям, так как скорость движения выше средней скорости транспортного потока, а полная масса большинства автомобилей превышает 10 тонн.

Тормозная система – совокупность частей – органа управления, тормозного привода и собственного тормоза, предназначенных для постепенного замедления движущегося транспортного средства или его остановки, или для его удержания в неподвижном состоянии после остановки. Тормозная система состоит из тормозного привода и тормозных механизмов. Тормозные механизмы наиболее подвержены износу поскольку контактируют с агрессивной окружающей средой. При этом наибольшему воздействию подвергаются эластичные элементы: резиновые шланги, пыльники, уплотнительные манжеты и кольца. Причем последние работают и в парах трения, соответственно их износ приводит к снижению герметичности тормозного привода. В результате снижается эффективность работы тормозной системы и безопасность движения автомобиля [4].

Рабочий тормозной цилиндр испытывает наибольшее влияние температуры, выделяющейся при торможении, и тормозной жидкости. Основными неисправностями являются: утечка тормозной жидкости через резиновые уплотнения, закусывание поршня в цилиндре, разрушение уплотнительного элемента в следствии «прихвата», разрушение уплотнительного элемента в следствии неровности поверхности цилиндра. Проанализировав неисправности можно прийти к выводу, что наиболее слабым и подверженным износу элементом является резиновое уплотнение, которое чаще всего выходит из строя [2,3].

В соответствии с ГОСТом, при работе уплотнительные элементы должны выдерживать диапазон температур от 150 до минус 60° С, хотя при экстренном торможении автомобиля тормозные колодки могут нагреваться до 600° С, а тормозная жидкость до 150° С. Не стоит забывать, что высокая температура и гигроскопичность жидкости приводит к её обводнению и преждевременному старению резины, появлению коррозии на стенках цилиндра. Помимо этого, под воздействием тормозной жидкости манжеты набухают, что, с одной стороны, приводит к повышению герметичности узла, а с другой стороны – к повышенному износу[5,6].

Поэтому перспективным представляется применение альтернативных материалов для изготовления уплотнительных элементов тормозных систем, позволяющих обеспечить лучшие показатели износостойкости и долговечности, по сравнению с резиновыми.

Химическая промышленность в настоящее время выпускает ряд полимерных материалов, которые успешно применяются в машиностроении для изготовления различных деталей, в том числе и уплотнительных манжет. Изучив свойства материалов, из которых изготавливают уплотнительные элементы, пришли к выводу, что для тормозных систем наиболее подходящими являются полиамид и полиуретан. Для сравнения характеристик были выбраны материалы следующих марок: резина марки ИРП 106/5493, полиуретан СКУ ПФЛ-100, полиамид П610Л. Характеристики приведены в таблице.

Таблица. Характеристики материалов

Наименование показателя	Наименование материала		
	Резина ИРП 106/5493	Полиуретан СКУ-ПФЛ-100	Полиамид П610Л
Диапазон рабочих температур, °С	- 60...+130	- 70...+120	- 60...+100
Рабочее давление, МПа	До 10	Более 10	Более 10
Коэффициент трения:			
без смазки	0,4	0,32	0,32
со смазкой	0,15	0,06	0,045
Модуль упругости полимеров, МПа	15	700	1700
Коэффициент Пуассона для полимеров	0,5	0,4	0,35

Диапазоны рабочих температур у изучаемых материалов незначительно отличается, при этом верхняя граница температурного интервала у полиамида П610Л ниже, чем у резины ИРП 106/5493. Рабочее давление у полиуретана СКУ-ПФЛ-100 и полиамида П610Л больше, а коэффициент трения со смазкой до 3,33 раз меньше, чем у резины, что говорит о большей износостойкости материалов. Также резина обладает большей эластичностью, но меньшей упругостью по сравнению с альтернативными материалами [7,8].

Таким образом, для повышения надежности и долговечности уплотнительных элементов тормозной системы возможно применение полиамидных или полиуретановых материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балаба С.В., Крудышев В.В., Корнилов А.А., Хабибуллина Н.В., Лазарев И.С., Новопашин Л.А. Методика оценки и прогнозирования ресурса эксплуатации узлов и агрегатов базовых шасси // Аграрный вестник Урала. 2017. № 3 (157). С. 10.

2. Асанбеков К.А., Новопашин Л.А., Денежко Л.В., Корняков Ю.С. Анализ скоростных свойств подвижного состава автомобильного транспорта. Аграрное образование и наука. 2013. № 4. С. 2.

3. Новопашин Л.А., Кортаев А.А. Критерии изменения и оценки параметров состояния и эксплуатационных качеств сельскохозяйственных машин. В сборнике: Достижения науки - агропромышленному производству Материалы L Международной научно-технической конференции. 2011. С. 150-155.

4. ГОСТ Р 41.13-2007 Единообразные предписания, касающиеся транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения. 2007. – 170 с.

5. Грибут, И.Э. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей: учебник / И.Э. Грибут и др. Под ред. В. Шуплякова, Ю.П. Свириденко. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2008. – 480 с.

6. Некрасов Ю.Н., Садов А.А., Каратаев А.А., Новопашин Л.А. Методы ремонта машин: пути и решения. Молодежь и наука. 2017. № 3. С. 123.

7. Бобович Б.Б. Неметаллические конструкционные материалы : учебное пособие для вузов / Б.Б. Бобович. - Москва: Изд-во МГИУ, 2009.

8. Блюхер В. В., Орлов В. Н. Совершенствование уплотнительных узлов из полимерных материалов гидропривода машин // Межрегиональный Совет по науке и технологии : Международной конференции Миасс, 2005.

УДК 614.84

Ю. О. Беспалова, М. В. Гомонай, С. П. Максименко, А. В. Гутовский
ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПУСТОТЕЛЫХ ДЕТАЛЯХ ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОЖАРАХ

В статье рассмотрен вопрос распространения температуры в пустотелых деталях инженерных конструкций при пожарах на уровне экспериментальных исследований.

Ключевые слова: пожар, инженерно-строительные конструкции, пустотелые детали, экспериментальные исследования температуры.

Y. O. Bepalova, M.V. Gomonay, S. P. Maksimenko, A.V. Gutowski

EXPERIMENTAL STUDY OF TEMPERATURE DISTRIBUTION IN CORE DETAILS OF ENGINEERING STRUCTURES IN FIRES

The article deals with the problem of temperature propagation in hollow parts of engineering structures during fires at the level of experimental studies.

Keywords: fire, engineering and building construction, hollow parts, experimental studies of the temperature.

Инженерно-строительные конструкции для пожароопасных объектов изготавливаются из металла или железобетона, причем металлические конструкции выполняются из деталей стандартного профиля: пустотелые (различные трубы) и цельного сечения (уголок, швеллер, двутавр и др.). Для построения пространственной конструкции детали соединяют между собой с помощью резьбовых, заклепочных и сварочных соединений. Поэтому при пожаре разные узлы и детали инженерных конструкций по-разному испытывают температурные воздействия.

Инженерно-строительные конструкции промышленных объектов в условиях пожара подвержены воздействию высоких температур (температура может меняться от 20⁰С до 800⁰С и более, при этом изменение температуры происходит за короткое время) [1,3]. Температура является одним из основных факторов, влияющих на надежность и долговечность инженерных конструкций и соединений деталей.

Под воздействием температуры меняются не только физико-механические характеристики деталей конструкций, но изменяется их форма и размеры [3,5]. Это приводит к разрушению конструкции объекта, в результате этого могут погибнуть люди.

Существуют различные способы защиты инженерных конструкций от воздействий высоких температур, а именно:

- покраска специальными растворами и огнестойкими красками;
- оштукатуривание и обетонирование конструкции;
- установка коробов, экранов и разных листов;
- увеличение поперечного сечения деталей инженерных конструкций и др.).

При крупных пожарах эти способы защиты, как показывает практика, не предохраняют детали и узлы соединения инженерных конструкций от деформаций и разрушений [4].

Выполненные ранее авторами статьи экспериментальные исследования по влиянию пожара на прочность элементов деталей сплошного сечения и узлов соединения инженерных конструкций [1] показали, что с увеличением температуры их прочность снижается, это также подтверждается данными физико-механических свойств материалов [2,5].

Целью настоящей работы было исследовать, как меняется температура в сечениях пустотелых деталях разного профиля инженерных конструкций.

Условия экспериментальных исследований:

- температура образцов измерялась с помощью инфракрасного термометра (пирометр лазерного типа) AR872A, точность измерения $\pm 2^0\text{C}$;
- размеры образцов измерялись с помощью электронного штангенциркуля модели Electronic Digital Calliper (диапазон измерения 0÷150 мм, точность измерений $\pm 0,02$ мм);
- расстояние от очага пожара до образца измерялось цифровым лазерным дальномером AR861 881 891 (точность измерения ± 2 мм, класс прибора 2). В исследованиях это расстояние было принято 60 мм;
- температура измерялась в нижней точке и в верхней точке торца образца и на расстоянии 60 мм от торца;
- топливо сухое горючее по ТУ5551-014-74999404-2006 с температурой горения 800⁰ С.
- материал образцов - сталь.
- температура окружающей среды 19-20⁰С.

- время нагрева образцов фиксировалось электронным секундомером.

Характеристики испытываемых образцов:

А) образец овального сечения: ГОСТ 8642-68:

высота сечения - 30 мм, толщина стенок - 1,5 мм, толщина сечения - 15 мм;

Б) образец овального сечения: ГОСТ 8642-68:

толщина сечения - 15 мм, толщина стенки - 1,5 мм, ширина сечения - 30 мм;

В) образец круглого сечения ГОСТ 8732-92:

наружный диаметр - 27 мм, толщина стенки - 2,5 мм;

Г) образец прямоугольного сечения ГОСТ 8645-86:

высота сечения - 30 мм, толщина стенок - 2,0 мм, ширина сечения - 20 мм;

Д) образец прямоугольной формы ГОСТ 8645-86:

ширина - 30 мм, высота - 20 мм, толщина стенок - 2,0 мм;

Е) образец квадратного сечения ГОСТ 8639-92:

ширина - 15 мм, толщина стенок - 1,5 мм;

Ж) образец круглого сечения без отверстия:

арматура ГОСТ 5781-82, диаметр - 8 мм.

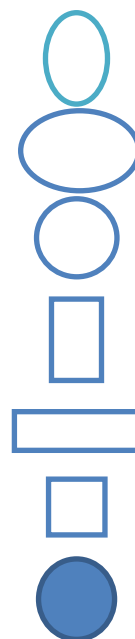


Рис. 1. Фрагменты опытов с деталями разного профиля

Результаты экспериментальных исследований представлены на графиках (рис.2 и 3) и в таблице.

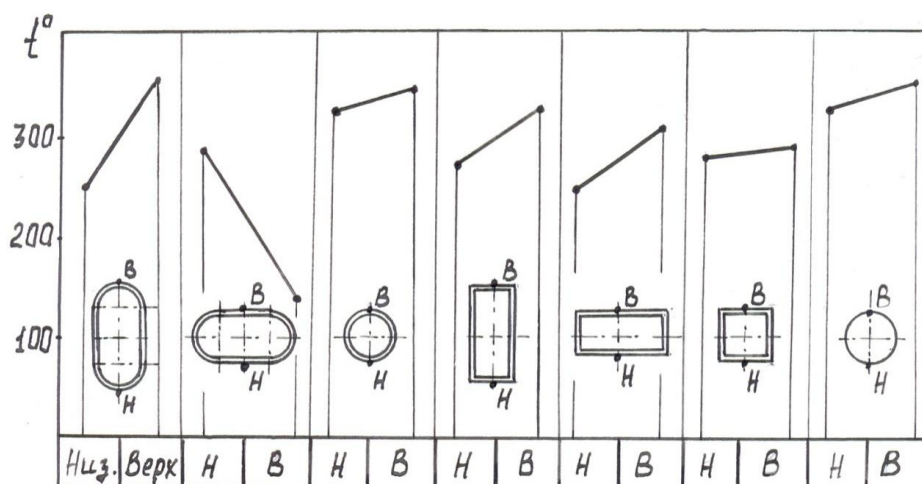


Рис. 2. График изменение температуры на торцах образцов разного сечения

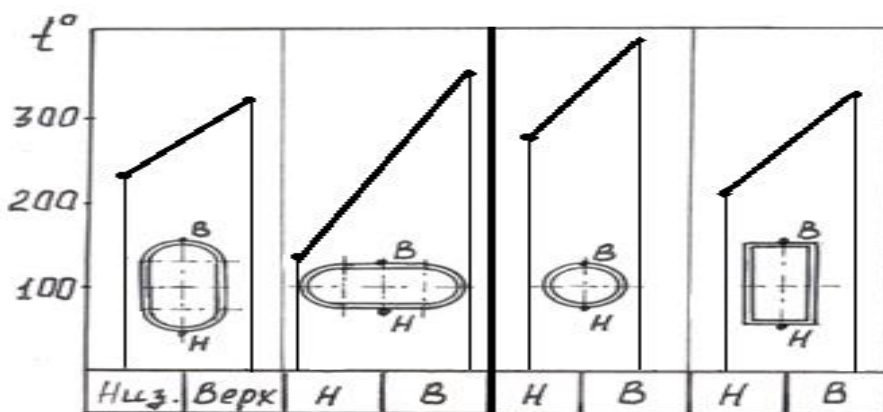


Рис. 3. График изменения температуры в пустотелых образцах при расположении очага пожара на расстоянии 60 мм от торца образца

Таблица. Изменение температуры по длине образца в зависимости от времени воздействия пожара

Время, мин	Температура в горизонт. и вертик. полках уголка, °С на расстоянии от торца образца (место расположения очага пожара), мм									
	вер.	гор.	вер.	гор.	вер.	гор.	вер.	гор.	вер.	гор.
	0		20 мм		40 мм		60 мм		120 мм	
1	236,5	320	345,7	303,5	152,4	138,3	31,1	58,1	24,0	8,7
2	434,1	287	434,3	362	170,3	183,1	45,4	59,2	-	-
3	536,4	298,9	604,6	282,3	106,1	155,3	67,3	79,0	-	-

Из полученных данных видно, что нагрев материала в разных точках сечения образца происходит по-разному. Более высокая температура наблюдается в верхней точке сечения детали, хотя очаг пожара находился снизу сечения образца. Снижение температуры в верхней точке сечения образца **Б** относительно температуры в нижней точке этого сечения можно объяснить тем, что передача тепла снизу происходит в большей части через воздушный слой, находящийся между нижней и верхней точками сечения, а не через металл (коэффициент теплопроводности воздуха равен - 0,026, а металла - 58 [5]).

Из полученных данных видно, что нижняя стенка образца (независимо от того, где расположен очага пожара по отношению к длине образца) нагревается меньше, чем верхняя стенка, хотя очаг пожара расположен снизу образца.

Как показали экспериментальные исследования, такая закономерность распределения температуры в сечениях деталей сохраняется и при разной продолжительности нагрева.

Разность температур в сечениях деталей инженерных конструкций необходимо учитывать при выборе типа соединений деталей. Для того чтобы оценить риск разрушения инженерно-строительных конструкций при пожаре, в зданиях и сооружениях целесообразно измерять температуру в верхних частях сечений деталей, как наиболее нагретых зонах.

Кроме этого были проведены экспериментальные исследования по определению скорости распространения температуры в деталях инженерных конструкций. Опыты проводились на равнобоком уголке 25x25 мм, толщина стенок 3 мм по ГОСТ 8509-93. Температура измерялась на вертикальной и горизонтальной полках на разных расстояниях от очага пожара. Полученные данные представлены в таблице.

Как видно из таблицы температура в металлическом уголке в течение 1 мин изменилась на вертикальной полке с $+236,5^{\circ}$ до $+24^{\circ}\text{C}$, а на горизонтальной полке с $+320^{\circ}$ до $+8,7^{\circ}\text{C}$ (расстояние от очага пожара 120 мм). Скорость распространения температуры составляла 2 мм/с.

Таким образом, зная распределение температуры в сечении детали и скорость ее распространения, можно выбирать место размещения узлов соединения деталей при проектировании инженерных конструкций и определить время разрушения конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гомонай М.В., Беспалова Ю.О. Экспериментальное исследование распространения температуры в материалах инженерных конструкций при пожарах. Сб. материалов научно-практической конференции Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, 2016 г, с. 32-35.
2. Лахтин Ю.М. Материаловедение. Машиностроение, М.,: 1993.- 448 с.
3. Отчет по НИР АГЗ МЧС России «Исследование влияния температурных факторов на надежность инженерных конструкций при ЧС в условиях Арктического пояса РФ». Химки -2013, 35с.
4. Кудряшов В.А., Дробыш Ф.С., «Эффективность огнезащитного состава для покрытия композитного материала». Сборник ВНИИПО МНПК «Актуальные проблемы пожарной безопасности» от 5 июля 2017г. с 265-267.
5. Физические величины. Справочник /Бабичев А.П.и др. М: Энергоатомиздат, 1999. - 1232 с.

УДК 62-762.8

А. А. Борисов, А. О. Пискунов, А. Н. Мальцев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

БЫСТРОРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПОЖАРНОЙ ОХРАНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЗА РУБЕЖОМ

В данной работе приведен сравнительный анализ быстроразъемных соединений, применяемых в пожарной охране Российской Федерации и за рубежом.

Ключевые слова: полугайка, водозаборник, муфта.

A. A. Borishov, A. O. Piskunov, A. N. Maltsev

ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF QUICK DISCONNECT COUPLINGS USED IN FIRE PROTECTION OF THE RUSSIAN FEDERATION AND ABROAD

In this work the comparative analysis of quick disconnect couplings used in fire protection of the Russian Federation and abroad.

Keywords: polovica, intake, clutch.

В настоящее время в пожарной охране широкое применение получили быстроразъемные соединения (БРС), служащие для соединения пожарных рукавов, различного пожарного оборудования, применяемого для тушения пожаров и проведения аварийно спасательных работ (АСР).

На данный момент основное применение получили быстроразъемные соединения с поворотным замыканием, а именно Гайка Богданова, Соединение типа Шторца (Гайка Шторца) и муфта СРТ.

Гайка Богданова, пожарная цапковая головка

Муфты цапкового типа используемые в комплектации плосковорачиваемых пожарных рукавов в России и других странах. По своему назначению полугайки подразделяются на напорные и всасывающие. Всасывающие головки применяются для забора воды из водосточников с применением водозаборника, имеют не высокую стоимость и надежность, обеспечивая приемлемое соединение для пожарных рукавов. Особенность конструкции данного соединения заключается в сцеплении двух одинаковых муфт, имеющие уплотнительные кольца для герметизации соединения.

Хвостовая часть полугайки выполняется под гибкий рукав. Гайки Богданова по своей надежности превосходят менее надежное соединение Ротта, в процессе чего и были приняты на вооружения в подразделения пожарной охраны страны. Материалом исполнения послужил силумин, сплав алюминия и кремния.

Соединения типа Шторца (гайка Шторца)

Данный тип муфты был создан в 19 веке и к настоящему времени является основным стандартом соединительных муфт для противопожарного оборудования в большинстве стран Европы и США. По сравнению с гайкой Богданова у этой муфты более сложная конструкция за счет которой увеличивается надежность соединения. Сцепление двух (трех) выступов одинаковых муфт, закрытого снаружи корпусом муфты. Имеет уплотнительное кольцо для герметизации соединения.



Рис. 1. Гайка Богданова



Рис. 2. Соединение типа Шторца

Хвостовик может быть выполнен с внутренней или наружной резьбой или под гибкий рукав. Более новые модификации имеют стопорный механизм. Материалов изготовления является латунь.

Муфта СРТ

Муфты для рукавов высокого давления и жестких условий эксплуатации. Изначально конструкция муфты была разработана для военных полевых магистральных трубопроводов, соединение должно конструкционно простым, максимально прочным и герметичным при рабочих давлениях до 6,3 Мпа. Допускаю возможность эксплуатации таких соединения на затяжных пожарах, а именно для прокладки магистральных линий до нескольких километров.

Данные полугайки рекомендуются к использованию в суровых климатических условиях и тяжелых режимах эксплуатации. В конструкцию входят две одинаковые полумуфты, соединенные замком в виде двух полуколец. Далее замок закрывается одним-двумя быстроразъемными болтовыми соединениями. Рукав фиксируется на муфте полукольцами с болтовыми соединениями. Данное соединение изготовлено из нержавеющей стали, так же используется алюминий. Подводя итог и сравнивая быстроразъемные соединения, используемые в пожарной охране разных стран нужно учитывать такой факт, как климатические условия. Исходя из этого, соединения типа Шторца являлось бы неудобным для применения в России, так как имеет более сложное строение в отличие от гайки Богданова и вызвало бы дополнительные трудности, такие как попадание песка, снега в рабочие органы полугаек и дальнейшей их разгерметизацией.



Рис. 3. Муфта СРТ



Рис. 4. Процесс соединения полугаек

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мальцев А.Н. Сравнительный анализ характеристик быстроразъемных соединений, применяемых в пожарной отрасли российской федерации и за рубежом // novainfo.ru (электронный журнал.) – 2016 г. – № 55; url: <http://novainfo.ru/article/8842>
2. Мальцев А.Н. Некоторые способы защиты быстроразъемных соединений от воздействия ударных нагрузок // novainfo.ru (электронный журнал.) – 2016 г. – № 54; url: <http://novainfo.ru/article/8436>
3. А. Н. Мальцев, А. В. Наумов, О. Н. Белорожев, А. О. Пискунов. Проблемы тушения пожаров в многоэтажных зданиях с наружным утеплителем // пожарная и аварийная безопасность сборник материалов XII международной научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны. Иваново, 29–30 ноября 2017 г. с 339-340.

УДК 658.588

*А. С. Бурнашов**, *А. А. Покровский***

*ФГКУ 1 отряд Федеральной противопожарной службы по Ярославской области

**ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Показаны проблемные вопросы в организации технического обслуживания и ремонта пожарной техники в двух регионах Российской Федерации. Предложены эффективные меры по повышению эффективности проведения данных мероприятий.

Ключевые слова: техническое обслуживание, ремонт, пожарная техника.

A. S. Burnashov, A. A. Pokrovskiy

QUESTIONS TO INCREASE EFFICIENCY OF MAINTENANCE AND REPAIR OF FIRE-FIGHTING EQUIPMENT

Problems are shown in the organization of maintenance and repair of fire equipment in two regions of the Russian Federation. Effective measures are proposed to improve the effectiveness of these activities.

Keywords: maintenance, repair, fire equipment.

В процессе эксплуатации пожарной техники происходит износ рабочих поверхностей деталей, изменяется техническое состояние узлов, агрегатов и машин в целом. Эти процессы естественны и закономерны. Эксплуатация пожарных автомобилей связана с поддержанием их в технически исправном состоянии путем проведения технического обслуживания и ремонта.

Техническое обслуживание (ТО) - это комплекс профилактических мероприятий, которые проводятся с целью поддержания пожарных автомобилей в боевой готовности. Качественное техническое обслуживание обеспечивает постоянную готовность пожарной техники к ее применению, надежную работу автомобилей, их агрегатов и систем в течение установленного срока службы. ТО устраняет причины, вызывающие повышение интенсивности изнашивания деталей и как следствие - возникновение отказов и неисправностей; минимальный расход топлива, смазочных и других эксплуатационных материалов. ТО включает заправку пожарного автомобиля топливом и смазочными материалами, тормозной и амортизационной жидкостями, мойку автомобиля и пожарного оборудования; проверку укомплектованности, крепления и состояния агрегатов и систем, диагностирование и их регулировку.

Ремонт обеспечивает комплекс операций по восстановлению работоспособного состояния пожарных автомобилей и обеспечению безотказной их работы. Ремонт в общем случае включает: разборочные, регулировочные, слесарные, кузнечные, сварочные, электротехнические, шиноремонтные, малярные, сборочные и другие работы в различных сочетаниях.

Ремонт и техническое обслуживание пожарной техники стоящей на вооружении в пожарно-спасательных частях субъектов Российской Федерации осуществляется в соответствии с приказом МЧС России от 18.09.2012 г. № 555 «Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Принципы проведения ТО и ремонтов пожарных автомобилей определяет система технического обслуживания, представляющая совокупность средств, нормативно-технической документации и исполнителей, необходимых для поддержания работоспособного состояния автомобиля. Основой технической политики в области эксплуатации автомобилей является планово-предупредительная система, имеющая своей целью обеспечение исправного состояния автомобиля при минимальных материальных и трудовых затратах.

В свою очередь эффективность работы пожарных автомобилей, пожарного оборудования и инструмента определяется основными эксплуатационно-техническими показателями - надёжностью, долговечностью, максимальной производительностью, экономичностью. С течением времени эти показатели постепенно снижаются. Поэтому технически грамотная эксплуатация пожарной техники направлена, главным образом, на поддержание её надёжности, повышение долговечности и обеспечение постоянной боевой готовности.

В настоящее время во многих регионах Российской Федерации, была проведена оптимизация штатов в отрядах технической службы, специализировавшиеся исключительно на ремонте пожарной техники, в том числе и в Ярославской области, так же была изменена их организационно правовая форма и государственное задание. В настоящее время в Ярославской области в отряде технической службы, не хватает численности личного состава, чтобы охватить потребность в техническом обслуживании, и ремонте пожарной техники, в том числе специального оборудования.

На примере Нижегородской области, где для своевременного проведения технического обслуживания и ремонтов имеется производственно-технический центр, который большей частью занимается выполнением капитальных ремонтов пожарной техники и отдельных агрегатов по причине ряда проблемных вопросов:

- недостаточность штатной численности учреждения;
- основные виды техники морально устарели;
- централизованные поставки не обеспечивают должного обновления парка техники;
- выделение финансовых средств в течение года на ремонт пожарной техники, приобретение запасных частей крайне не достаточное. Для поддержания в постоянной боевой готовности техники, финансирование необходимо увеличивать в разы;
- укомплектованность паркогаражным оборудованием составляет 38% от норм положенности;
- с 2005 года отсутствует целевое финансирование на содержание зданий и сооружений, на проведение текущих и капитальных ремонтов объектов недвижимости и инженерных сетей.

Одна из главных проблем на сегодняшний день заключается в недостаточном кадровом и технологическом потенциале, не соответствующем требованиям времени. Из-за недостаточных возможностей ремонтных предприятий, МЧС России приходится

ся сотрудничать с непрофильными организациями и ведомствами. В связи с чем, Главными управлениям по субъектам Российской Федерации или пожарно-спасательным отрядам, являющихся заказчиками, приходится проводить конкурсные процедуры путем проведения открытых электронных аукционов на право заключения государственных контрактов на ремонт и техническое обслуживание пожарной техники. При проведении данных процедур заказчики несут определенные риски, такие как недобросовестность исполнителя, уклонение от заключения контракта, непрофессионализм в сфере ремонта и технического обслуживания пожарной техники, в том числе специального оборудования.

Изложенные проблемные вопросы прямо или косвенно затрагивают нормативно-правовую базу в сфере технического обслуживания и ремонта пожарной техники. Это вопросы, связанные с применением единых требований и подходов к организации ТО и ремонта техники не в отдельном гарнизоне, а повсеместно. В качестве примера можно предложить введение и переход на систему контрактов полного жизненного цикла. В соответствии с такими документами завод-производитель будет не только строить, но и обслуживать пожарную технику, а по окончании эксплуатации еще и заниматься вопросами ее утилизации. Поэтому для строительства эффективной системы, работающей по таким принципам, можно предложить создание центров подготовки специалистов по обслуживанию и ремонту техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России от 18.09.2012 года № 555 «Об организации материально-технического обеспечения системы МЧС России».
2. Пожарная техника: Учебник / Под ред. М.Д. Безбородько - М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. - 550 с.
3. Эксплуатация пожарной техники: Справочник/ Ю.Ф. Яковенко, А.И. Зайцев, Л.М. Кузнецов и др. — М.: Стройиздат, 1991. - 415 с.

УДК 378.14

А. В. Бурцев, С. Н. Дульцев, Т. А. Яковенко
ФБГОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

ИНТЕГРАЦИЯ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ

В статье рассмотрен вопрос о взаимодействии общетехнической и профессиональной подготовки будущих специалистов в сфере пожарной безопасности, способствующей формированию общетехнической компетентности, на примере дисциплины «Детали машин» в Уральском институте ГПС МЧС России.

Ключевые слова: общетехническая подготовка, профессиональная подготовка, общетехническая компетентность, интеграция, интеграционный процесс.

A. V. Burtsev, S. N. Dultsev, T. A. Yakovenko

INTEGRATION OF TECHNICAL AND VOCATIONAL TRAINING FOR THE FORMATION OF TECHNICAL COMPETENCE

The article discusses the interaction of general technical and professional training of future specialists in the field of fire safety that contributes to the formation of general technical competence, using the example of the discipline «Machine Parts» at the Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters.

Keywords: general technical training, vocational training, general technical competence, integration, integration process.

Рост научно-технического прогресса, согласно закономерностям развития общества, расширяет границы современного рынка труда, что в свою очередь приводит к тому, что возрастают требования к выпускающимся специалистам и как следствие, требуются новые подходы к обучению на разных образовательных уровнях. Другими словами, возрастает острая необходимость в высококвалифицированных кадрах, быстро адаптирующихся в современных условиях, реагирующих на освоение новых технологий, способных проявлять творческие способности и умения конструировать, проектировать, принимать решения и брать на себя ответственность за их выполнение, а также быть мобильным в новых ситуациях.

Как следствие, современный специалист инженерно-технического профиля должен владеть основами общего машиностроения, чтобы правильно эксплуатировать и обслуживать машины и механизмы, в том числе аварийно-спасательные и пожарные.

Важная роль в общетехнической подготовке специалистов принадлежит дисциплине «Детали машин», которая является завершающей в группе общетехнических дисциплин и связующим звеном между общетехническими и специальными дисциплинами. Несмотря на то, что машины и механизмы используются в самых различных областях инженерно-технической деятельности, с их помощью решают сходные задачи. Поэтому неудивительно, что различные машины и механизмы в большинстве своем состоят из однотипных деталей и узлов. Отсюда следует, что одни и те же методы анализа, расчета и проектирования находят применение в различных отраслях народного хозяйства.

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, основной целью, при изучении дисциплин общепрофессионального цикла, является подготовка технически грамотного специалиста, обладающего высоким уровнем фундаментальных общеинженерных знаний, формирование умений в выполнении технических и технологических расчетов, способного при конструировании, изготовлении, разработке процесса производства, при анализе поведения изделия в разнообразных условиях эксплуатации принимать правильные решения, основанные на сформированном общетехническом мышлении.

Таким образом, общетехническая подготовка выполняет следующие ключевые функции:

- обеспечивает фундаментальность общетехнического образования;
- является основой профессиональной мобильности и умения ориентироваться в изменяющейся социокультурной и производственной среде;

- способствует формированию системного общетехнического мышления;
- расширяет общепрофессиональную культуру будущего специалиста.

Это дает нам основания утверждать, что в процессе общетехнической подготовки, закладываются основы общетехнической компетентности будущего выпускника. Мы считаем, что общетехническая компетентность гармонично пронизывает все уровни профессиональной компетентности.

Известно, что дисциплина «Детали машин» занимает значимое место в системе образования, являясь неременной составляющей общепрофессионального образования и неотъемлемой частью качественной профессиональной подготовки. Значительный личностный и профессионально-формирующий потенциал общетехнической подготовки многократно усиливается при интеграции в целостный образовательный процесс подготовки специалиста. Попытки осуществить интеграцию общетехнических дисциплин и дисциплин профессиональной направленности предпринимались уже неоднократно.

Взаимодействие общетехнической и профессиональной подготовки приобретает особую актуальность в подготовке будущих специалистов технического профиля в связи с модернизацией системы высшего образования и проблемой информатизации общетехнического образования.

Процесс интеграции общетехнической и профессиональной подготовки можно рассматривать как взаимовлияние, взаимопроникновение и взаимосвязь содержания учебных дисциплин с целью не только лучшего освоения разнохарактерных технических знаний, но и овладения навыками практической профессиональной деятельности, содействующими развитию способностей, необходимых качеств, и в итоге формирования общетехнической компетентности.

В связи с этим, можно заключить, что приоритетными целями дисциплины «Детали машин» является: формирование общетехнических компетенций, взаимодействие общетехнической и профессиональной подготовки. Развить такие качества мышления, как способность к пространственному воображению, оперированию пространственными образами, осуществлению связи с практикой через дисциплину «Детали машин» повысить уровень знаний курсантов по общетехнической подготовке на основе межпредметных связей.

При изучении дисциплины «Детали машин» используется решение задач с техническим содержанием, а также задачи с нестандартными решениями профессиональной направленности, практические занятия, где обсуждаются новые технологии в области развития науки и техники. Связь между дисциплинами – одно из основных требований дидактики профессионального образования. Поэтому одной из задач дисциплины «Детали машин» является развитие межпредметных связей; установление конкретных связей между дисциплинами общепрофессионального и специального циклов [2].

Известно, что общетехнические дисциплины формируют общему развитию, а также служат базой для изучения специальных дисциплин и способствуют улучшению профессиональной подготовки учащихся. Детали машин – это научная дисциплина, изучающая основы расчета и конструирование деталей и узлов машин общего назначения. Общетехнические знания, методы и мышление являются важным элементом современной культуры не только всего общества в целом, но и каждого человека в отдельности, в особенности, если его последующая профессиональная деятельность связана с эксплуатацией и обслуживанием различной техники.

Личный опыт, получаемый в процессе обучения и учебно-профессиональной деятельности на занятиях по дисциплине «Детали машин», и умения и навыки, жизненно необходимы им для становления и развития себя как личности, рационально мыслящей и действующей в повседневной деятельности, владеющей общетехнической компетенцией. Упор делается на расширение объема изучаемого материала, развитие навыков самостоятельной работы и, таким образом, уделяется внимание работе над проблемой формирования технического мышления курсантов – формированию общетехнической компетентности. Мы считаем, что общетехническая компетентность является составной частью профессиональной компетентности, для того, чтобы будущие инженеры пожарной безопасности в значительной части оказывались готовыми к созданию и использованию технологий новых поколений, получали должные знания, для ориентирования в потоке информации и профессиональной деятельности [1]. Как следствие, также должна вестись целенаправленная работа по развитию технического мышления курсантов.

Таким образом, учитывая, что общетехническая компетентность является составной частью профессиональной компетентности, которая предполагает наличие соответствующих знаний, умений, сформированности внутреннего мира личности, необходимо выстраивать общетехническую подготовку с учетом данных положений, чтобы в конечном результате обучаемый имел высокий уровень общетехнической компетентности и был готов к изучению дисциплин специального цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеева Л.П., Шаблыгина Н.С.* Преподавательские кадры: состояние и проблемы профессиональной компетентности. - М.: НИИВО, 1994.
2. *Харатьян А. Ш.* Формы и методы формирования инженерной культуры выпускника технического колледжа средствами интеграции общетехнической, информационной и профессиональной подготовки // Приволжский научный журнал. - 2008. - № 3. - С. 108-114.

УДК 004.896

Н. О. Бык, И. А. Легкова, Д. А. Кокурин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЧНОСТНОГО АНАЛИЗА

В статье рассмотрены возможности современных программных средств для проведения прочностного анализа различных конструкций, приведен обзор современных графических систем с модулями прочностного расчета.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, геометрическое моделирование, прочностной анализ.

N. O. Byk, I. A. Legkova, D. A. Kokurin

MODERN SOFTWARE FOR CONSTRUCTION OF STRENGTH ANALYSIS

In the article the possibilities of modern software for strength analysis of various designs are considered, the review of modern graphic systems with modules of strength calculation is given.

Keywords: computer-aided design systems, geometric modeling, strength analysis.

Работа над проектированием современного оборудования не ограничивается только процессом геометрического моделирования. В составе разрабатываемого проекта есть элементы, от прочности которых зависит очень много. В процессе проектирования часто бывает необходимо очень быстро дать техническую оценку таких элементов, сохраняя возможность оптимизировать конструкцию при помощи ассоциативной связи геометрической и расчетной модели. Поэтому производство конкурентоспособной продукции требует применения комплексного инженерного анализа. Разработчики всего мира усердно работают над созданием конструктивных решений, которые направлены на обеспечение статической прочности и жесткости, долговечности и устойчивости объектов, при этом достигая минимального веса, энергопотребления и стоимости объекта.

В настоящее время прочностной анализ различных конструкций, деталей и узлов выполняется в одной из САПР (систем автоматизированного проектирования), имеющей модуль CAE (Computer Aided Engineering) для инженерных расчетов, анализа и проверки проектных решений. CAE-анализ сегодня является одним из наиболее прогрессивных и популярных инструментов в проектировании, который позволяет отечественным производителям успешно конкурировать на мировом рынке. Модуль прочностного анализа имеют такие графические системы как КОМПАС-3D, SolidWorks, Ansys и т.п. [1].

Среди отечественных САПР наиболее популярен КОМПАС-3D, разработанный компанией АСКОН. Графическая система КОМПАС-3D и входящий в ее состав модуль прочностного расчета АРМ FEM представляют собой целостность возможностей по проектированию и анализу, которая обеспечивает ассоциативную связь с разрабатываемой геометрической моделью, а также общую библиотеку исходных материалов и единый интерфейс. Общий интерфейс гарантирует простоту работы с АРМ FEM.

Ещё одной особенностью данной CAE-системы является работа напрямую с геометрической моделью КОМПАС-3D, благодаря чему нет необходимости передавать 3D-данные через другие форматы и, в конечном итоге, серьезно снизить вероятность ошибок.

В состав АРМ FEM входит множество инструментов, которые отвечают за различные фазы процесса разработки (подготовка к расчету, задания граничных нагрузок, средства визуализации расчетов и многое другое). Широкий функционал позволяет моделировать объект с комплексным анализом поведения расчетной модели в различных условиях.

Процесс расчета в АРМ FEM основан на методе конечных элементов (МКЭ), который при расчете позволяет учесть малейшие особенности конструкции, а также условия, в которых она будет эксплуатироваться. Ассоциативная связь между расчет-

ной и геометрической моделями обеспечивает синхронизацию процессов. При изменениях в геометрическую модель нужно всего только произвести перестроение сетки и повторить расчет.

Метод прочностного анализа APM FEM даёт возможность решать важные задачи, такие как статический расчет, расчет прочности сборок и устойчивости, а также термоупругости и стационарной теплопроводности. Динамический анализ применяется для определения формы и частоты собственных колебаний детали [2].

Таким образом именно APM FEM выступает в качестве простого и недорогого решения, которое является современным инструментом оценки прочности конструкции как в целом, так и отдельных её элементов.

Довольно популярной у специалистов в сфере автоматизированных инженерных расчётов является универсальная программная система конечно-элементного анализа Ansys, развивающаяся на протяжении последних 30 лет. Начинаясь как система для внутреннего использования фирмы Westinghouse Electric (США), Ansys проник из своей «материнской» области, ядерной энергетики, во все области промышленности, завоевав доверие многих тысяч пользователей по всему миру. Такой успех достигнут на основании следующих важнейших отличительных особенностей:

- это единственная конечно-элементная система с таким полным охватом явлений различной физической природы: прочность, теплофизика, гидрогазодинамика и электромагнетизм с возможностью решения связанных задач, объединяющих все перечисленные виды;
- широчайшая интеграция и двухсторонний обмен данными со всеми CAD / CAE / CAM – системами;
- открытость (то есть модифицируемость и дополняемость);
- Ansys разработан и сертифицирован согласно международным стандартам ISO 9000 и ISO 9001.

Препроцессор Ansys позволяет не только создавать геометрические модели собственными средствами, но импортировать уже готовые, созданные средствами CAD-систем. Надо отметить, что геометрическая модель в дальнейшем может быть модифицирована любым образом, поскольку при импорте осуществляется перетрансляция данных в геометрический формат Ansys, и деталь не подменяется «неприкасаемой» конечно-элементной сеткой. Пользователь может удалять несущественные мелкие подробности, дорабатывать определенные детали, проводить сгущение/разрежение сетки и другие важнейшие операции, без которых дальнейшее решение может быть совершенно некорректно или вообще окажется недостижимым. Построение поверхностей, твердотельной и каркасной геометрии и внесение изменений осуществляется средствами собственного геометрического моделиера.

Система автоматизированного проектирования, инженерного анализа и подготовки производства изделий любой сложности и назначения SolidWorks также удовлетворяет потребностям широкого круга пользователей в инструментах инженерного анализа. Она представляет собой инструментальную среду, предназначенную для автоматизации проектирования сложных изделий в машиностроении и в других областях промышленности. Эта среда носит название Simulation и содержит несколько уровней функциональности. Модуль прочностного анализа Simulation содержит следующие расчетные процедуры: расчет деталей и сборок произвольной сложности в линейной статической постановке; расчет собственных частот, форм потери устойчивости, модель многоциклового усталости, тепловой анализ без учета движения среды,

имитация падения и параметрическая оптимизация, в дополнение к статической модели – имитация сварных соединений; модели физически и геометрически нелинейных систем, динамический анализ в различных формулировках, в дополнение к статической модели – оболочки из многослойных композитов.

Разработанный фирмой Autodesk (США) расчетный модуль Autodesk Nastran In-CAD не имеет собственного графического редактора, он интегрируется в САД-системы Autodesk Inventor и Solidworks. Модуль встраивается в рабочий процесс, оптимизирует конструкторские разработки, помогает поддерживать высокий уровень производительности, предоставляя профессиональную платформу для расчета методом конечных элементов. Autodesk Nastran In-CAD предлагает мощную расчетно-аналитическую технологию, сохраняя при этом привычный набор инструментов, удобство в использовании, интеграцию и ассоциативность системы.

Расчетный модуль Autodesk Nastran характеризуется высокой точностью расчета линейных и нелинейных напряжений, динамических характеристик и теплопередачи конструкций и механических компонентов. Доступны несколько типов специальных расчетов, например расчет усталостной прочности, расчет МКЭ для высоких скоростей и сверхвысоких деформационных воздействий, а также расширенные методы расчета композиционных материалов. Autodesk Nastran In-CAD поддерживает большое количество разнообразных материалов с линейными и нелинейными свойствами, позволяя получить более точное представление о поведении изделий в реальных условиях эксплуатации.

Системы инженерного анализа комплекса T-FLEX PLM – это программный комплекс для управления жизненным циклом изделий, разработанный еще одним из ведущих российских разработчиков систем автоматизации проектирования компанией «Топ Системы». В состав комплекса программ входят системы инженерного анализа, представленные продуктами T-FLEX Анализ и T-FLEX Динамика. Оба приложения встроены в T-FLEX CAD, что обеспечивает «бесшовную» интеграцию платформы и программных модулей. Используются единые принципы и элементы пользовательского интерфейса, схожие принципы работы с объектами расчетной модели. Это упрощает восприятие и позволяет пользователю без труда переключаться между интерфейсами программ. Используется единая геометрическая модель, данные о которой являются общими для обоих приложений, за счет этого обеспечивается полная ассоциативность расчетных данных с исходной моделью, проектировщик имеет возможность быстро перейти от конструкторской модели к расчетной и обратно. T-FLEX Анализ – это среда для проведения инженерного анализа методом конечных элементов. Пользователь имеет возможность осуществлять моделирование распространенных физических явлений и решать важные практические задачи, возникающие в повседневной деятельности проектировщика.

Характеризуя назначение T-FLEX Анализа и T-FLEX Динамики, следует отметить следующее:

- программы предназначены в первую очередь для проектировщиков, которым требуется быстрая проверка гипотез, понимание тенденций в поведении конструкции либо проработка различных вариантов, например, на этапе эскизного проекта. Подобные задачи зачастую возникают спонтанно в процессе проектирования, а оперативная проверка вариантов специалистами-расчетчиками не всегда возможна;

- системы T-FLEX идеально подходят для решения типовых задач, апробированных специалистами-расчетчиками, либо задач, предварительно отработанных по стандартным методикам.

В современном мире инженерное программное обеспечение стало неотъемлемой частью проектной деятельности. По перечню указанных выше программ можно видеть, что данное направление развивается очень динамично. В этом обзоре рассмотрены не все многочисленные программы с модулем прочностного анализа [3]. Они представлены на российском рынке как иностранными, так и отечественными производителями и решают широкий круг задач в своих областях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Легкова И.А., Зарубин В.П., Никитина С.А., Сычев С.А. Возможности современной компьютерной техники для проведения инженерных расчетов. Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов международной научно-практической конференции. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2016. С.265-267.

2. Легкова И.А., Зарубин В.П., Бык Н.О., Оганин А.Г. Применение прочностного расчета конструкции в Компас-3D при подготовке специалистов пожарной охраны. Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов международной научно-практической конференции. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. С.496-499.

3. <https://studfiles.net/preview>.

УДК 69.4

Н. О. Бык, П. В. Пучков, И. А. Легкова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ХЛАДНОЛОМКОСТЬ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

В данной статье пойдет речь о причинах и механизме разрушения конструкционных сталей в условиях отрицательных температур. В статье описаны факторы оказывающие существенное влияние на охрупчивание сталей в условиях отрицательных температур.

Ключевые слова: сталь, пластическая деформация, отрицательные температуры, трещины, хрупкое разрушение.

N. O. Buk, P. V. Puchkov, I. A. Legkova

INCREASE OF DURABILITY AND REPAIRS OF THE PROTECTION FOR PROCESSING DEEP HOLES

In this article we will talk about the causes and mechanism of destruction of structural steels under conditions of negative temperatures. The article describes the factors that have a significant effect on the embrittlement of steels under conditions of negative temperatures.

Keywords: steel, plastic deformation, negative temperatures, cracks, brittle fracture.

Развитие на Севере нефтяной и газовой промышленности, транспортных трубопроводов, изготовление землеройных механизмов для работы в зонах с низкими температурами, а также химическая промышленность нуждаются в хладостойкой листовой стали. Использование таких сталей делает конструкции надежней, расход материала уменьшается, а, следовательно, экономятся и денежные средства. В организации «Томская железная дорога» установили, что в январе – феврале месяце по сравнению с июлем – сентябрем выход рельс из строя из-за образования трещин возрастал в 7 – 15 раз. Так как на большей территории России в зимний период времени температура понижается до $-30^{\circ}\text{C} \div -50^{\circ}\text{C}$, то проблема использования и изготовления подходящих сталей для климатических условий России очень актуальна и важна.

Для большинства металлов способность к пластической деформации в значительной степени зависит от температуры. С понижением температуры эта способность для большинства металлов и сплавов уменьшается. При критических температурах резко возрастает сопротивление сдвигу, металл переходит в хрупкое состояние и разрушается без признаков пластической деформации. Сопротивление такому разрушению называется хрупкой прочностью, а свойство металлов хрупко разрушаться со снижением температуры называется хладноломкостью. Обратное понятие хладноломкости – хладностойкость.

Результаты исследований показали, что металлы с объемноцентрированной кубической решеткой (например: железо, хром, вольфрам), а также некоторые металлы с гексагональной решеткой (например: титан, цинк, кадмий) при снижении температуры быстро охрупчиваются. У металлов с более плотно упакованной решеткой гранцентрированного куба (например: медь, никель, алюминий, магний, свинец) с понижением температуры вязкость сохраняется, а иногда даже повышается. Подобные закономерности имеют и многокомпонентные сплавы, имеющие соответствующие кристаллические решетки. Явление охрупчивания с точки зрения природы кристаллических решеток объясняется отсутствием плоскостей скольжения у металлов с объемно-центрированной кубической и гексагональной решеткой.

Трещины образуются в местах встречи или пересечения полос двух систем скольжения. При этом возможность хрупкого разрушения тем больше, чем сильнее препятствия, тормозящие свободное передвижение групп дислокаций.

Если скорость распространения микротрещин превысит скорость пластической деформации, то наступит хрупкое разрушение. Пути сдвигов примерно равны диаметру зерна, поэтому измельчение зерна способствует увеличению интервала пластического состояния. Поэтому углеродистые и легированные перлитные и мартенситные стали после закалки с отпуском при наличии очень мелкого действительного зерна имеют более низкие критические температуры хрупкости.

Известны два типа хрупкого разрушения: транскристаллитное и интеркристаллитное. Чистые металлы обычно разрушаются по телу зерна. Интеркристаллитному разрушению, когда трещина распространяется по границам зёрен (всегда хрупкое разрушение), благоприятствует наличие включений по границам зерен. Сплавы с объемно-центрированной кристаллической решеткой разрушаются по телу зерна и между зернами; сплавы с гексагональной решеткой – преимущественно только по телу зерна; сплавы с гранцентрированной кубической – только по границам зерен.

С увеличением общего периметра границ зерен межзёренное вещество распределяется в форме более тонких прерывистых пленок, что увеличивает межкристаллические связи и затрудняет распространение микротрещин за счет увеличения путей

сдвига. Границы зерен характеризуются значительными нарушениями кристаллической решетки, негативное влияние которых существенно ослабляется с повышением гранулярности структуры, за счет дробления путей сдвига, уменьшения длины микротрещин и соответствующего увеличения интервала пластического состояния. Таким образом, прочность металлов и их сопротивляемость хрупкому разрушению в значительной степени обуславливаются состоянием границ зерен. Еще больше влияют на величину хрупкой прочности неметаллические включения, располагающиеся как по границам зерен, так и внутри них.

Но при этом включения рассматриваются как концентраторы напряжений, а границы включений как пути, по которым распространяются трещины разрушения. Но влияние природы и формы включений на хладноломкость изучено не в полной мере.

Большое влияние на хладноломкость оказывают микродефекты в структуре металлов, являющиеся своеобразными концентраторами напряжений. Особенно опасны дефекты типа усадочных раковин, микропористости и газовых пузырей, нарушающих однородность и сплошность структуры. Поэтому плотность металла является объективным показателем для оценки его хладноломкости.

Несмотря на достижения в развитии теоретических представлений о природе хладноломкости металлов, общей теории, объясняющей все многообразие этого явления, до сих пор не предложено. Теоретические представления основаны на опытных данных многочисленных исследований, рассматривающих влияние отдельных параметров состояния и свойств металла на критическую температуру его перехода в хрупкое состояние. Важным является признание необходимости повышения уровня хрупкой прочности металлов как основного фактора, определяющего хладноломкость.

В качестве независимой переменной при определении металла к хрупкости выбирают температуру, определяющую критический интервал хрупкости. Известный метод испытания ударной вязкости является весьма чувствительным и удобным способом оценки степени хладноломкости стали.

Надежность и долговечность изделия в значительной степени определяется его склонностью к хрупкому разрушению, которому способствуют не только низкие температуры, но и такие параметры, как усиление концентрации напряжения, увеличение скорости деформации, и другие. Опыт показывает, что сталь с более низкой температурой хрупкости лучше сопротивляется высоким напряжениям и увеличенным скоростям нагружения и дольше сохраняет свою пластичность. Следовательно, метод испытания ударной вязкости, выявляющий критический интервал хрупкости, носит универсальный характер и характеризует склонность стали к хрупкому разрушению.

Также следует отметить, что технологические факторы производства стали также оказывают влияние на хладноломкость стали.

Опыт показывает, что детали, изготовленные из стали с более низкой температурой хрупкости, способны оставаться вязкими при более высоких скоростях нагружения. В подобной стали распространение микротрещин существенно затрудняется.

На хладноломкость стали оказывает влияние комплекс физико-химических и физико-механических факторов. Основные из них следующие:

1. Качество стали, определяемое металлургическими особенностями производства.
2. Геометрия изделия.

3. Вид напряженного состояния, при котором изделие работает в практических условиях, характер нагружения, скорость нагружения, и т.д.

Все указанные факторы влияют самостоятельно и независимо друг от друга, и учесть долю влияния каждого весьма сложно. Для решения этих задач прибегают к опытным испытаниям изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шульте Ю. А.* Хладнотойкие стали – М.: Металлургия, 1970.
2. *Ассонов А. Д.* Технология термообработки деталей машин. – М.: Машиностроение 1969.
3. *Бернштейн М.Л., Займовский В.А.* Механические свойства металлов: Учебник для вузов. — М.: Металлургия. 1979. — 495 с.
4. Конструкционные материалы / Б.Н. Арзамасов, В.А. Брострем, Н.А. Буше и др.; Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. — М.: Машиностроение, 1990. — 687 с.

УДК 378.12

А. А. Вагин, А. И. Бурушкин, Е. Ю. Моисеева, С. К. Старостин, Н. А. Кропотова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК, СТОЯЩИХ НА СЛУЖБЕ МЧС РОССИИ

В данной статье приводится обзор становления и развития робототехники, стоящей на службе МЧС России. Рассмотрены примеры робототизированной техники.

Ключевые слова: робот, робототизированная техника, мобильная установка пожаротушения, летательные аппараты, квадрокоптеры, аэростаты.

A. A. Vagin, A. I. Bruskin, E. Yu. Moiseeva, S. K. Starostin, N. A. Kropotova

ANALYTICAL REVIEW OF THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF ROBOTIC DEVELOPMENTS FACING SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA

This article provides an overview of the formation and development of robotics in the service of EMERCOM of Russia. The considered examples of robotics.

Keywords: robot, robototekhnika equipment, mobile fire-extinguishing installation, aircraft, quadcopters, balloons.

МЧС России – это военные и гражданские спасатели, поисково-спасательные отряды, медицина и авиация, специалисты в области мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций с высоким уровнем технического оснащения, в том числе и роботами. В случае возникновения техногенных аварий и пожаров, сопряженных с поражением больших площадей в зонах повышенного риска, обусловленных наличи-

ем радиации, химической и биологической зараженности местности, взрывоопасностью, для подавления пожара, проведения пожарно-спасательных и аварийно-восстановительных работ необходимо максимально сократить непосредственное нахождение людей в опасных зонах, исключив при этом возможность их поражения. Для выполнения этих работ наиболее эффективно следует организовывать и проводить аварийно-спасательные работы с использованием робототехнических комплексов различного назначения.

Начало становления робототехники можно отнести к 1987 году, когда было принято решение Совете Министров СССР, в соответствии с которым во ВНИИПО, совместно с другими организациями, были разработаны дистанционно управляемые гусеничные машины тяжелого класса на базе танков Т-55. Одной из таких машин является мобильный робот (МР) «Сойка» (рис. 1), на котором установлен механизированный водопенный лафетный ствол с дистанционным электроприводом и расходом 100 л/с.

Период становления роботов на службе МЧС России и развития робототехники относим к 1997 году - утверждения Программы создания и внедрения робототехнических средств для решения задач МЧС России, в том числе противопожарных робототехнических комплексов с целью развития и внедрения робототехнических технологий в МЧС России. В настоящее время подразделениями МЧС России используется мобильный робототехнический комплекс разведки и пожаротушения легкого класса МРК-РП в составе автомобиля быстрого реагирования АБР-РОБОТ для проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения в условиях повышенной опасности (рис. 2). Представляет собой гусеничную дистанционно управляемую машину с электроприводом для ведения разведки и пожаротушения в основном закрытых технологических помещениях с помощью водопенных и порошковых средств, установленных как на борту в одном из выбранных модулей вместимостью до 60 л (порошковый или водопенный), так и от стационарной водопенной установки высокого давления. В случае необходимости в качестве огнетушащих средств могут быть использованы газовые составы.



Рис. 1. Мобильный робот «Сойка»



Рис. 2. Мобильный робототехнический комплекс разведки и пожаротушения легкого класса МРК-РП

Для тушения газовых и нефтяных фонтанов, а также охлаждения технологического оборудования и тушения высокоинтенсивных пожаров на химических и радиационно-опасных объектах разработан мобильный комплекс пожаротушения тяжелого класса, оснащенный дистанционно-управляемой реактивной установкой газо-водяного тушения (рис. 3).

Для дальнейшего развития безэкипажных роботизированных комплексов в настоящее время применяется роботизированные аварийно-спасательные (рис. 4) и противопожарные комплексы, как на гусеничной основе (рис. 5а) так и базовом шасси (рис. 5б), специализированных для выполнения конкретных задач. Роботы способны работать в самых экстремальных условиях и тушить пожары в тоннелях или зонах, пострадавших от стихийных бедствий, разгребать завалы.



Рис. 3. Мобильный комплекс пожаротушения тяжелого класса



Рис. 4. Специализированный аварийно-спасательный комплекс «Брок»



а) «Ель»



б) «Пеликан»

Рис. 5. Противопожарные комплексы

Что касается многоцелевого тяжелого вооружения мы рассмотрим мобильный пожарно-спасательный комплекс большой мощности, оснащенный роботизированной установкой газо-водяного тушения (рис. 6), который предназначен для проведения работ по ликвидации пожаров на предприятиях добычи, транспортировки и переработки нефти и газа, предприятиях химической промышленности в условиях мощного теплового излучения.

Если разговор заходит об одних самых больших и эффективных робототизированных комплексах тяжелого класса нельзя не упомянуть о модели «Импульс-2М» (рис. 7) на шасси танка Т-62, особенностью которой является 50-ствольная установка залпового огня, позволяющая обстреливать зону возгорания зарядами со специальным огнетушащим порошком.

Для проведения аварийно-спасательных операций и пожаротушения в труднопроходимой местности в настоящее время применяются болотоходы, например, «Бронто» (рис. 8), вездеходы (рис. 9) и снегоболотоходы – вездеход-амфибия «Шерп» (рис. 10).



Рис. 6. Мобильный пожарно-спасательный комплекс большой мощности, оснащенный установкой газо-водяного тушения



Рис. 7. Робототизированная техника тяжелого класса «Импульс-2М»



Рис. 8. Болотоход «Бронто»



Рис. 9. Вездеход «Петрович»



Рис. 10. Снегоболотоход «Шерп»

Управление и координация действий роботизированной группировки и других подразделений МЧС при проведении пожарно-спасательных работ на больших площадях является одной из наиболее важных и сложных задач. Для ее решения предлагается использовать различные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) мультикоптерного типа, например Phantom 3 (рис. 11а) и БПЛА самолетного типа (рис. 11б).

Интересны также аэростатические комплексы видеонаблюдения, управления и связи, который позволяет контролировать территорию на площади до 10 км², например привязные аэростаты (ПА) «Иркут-1А» (рис. 12а), а также для транспортировки сложных крупногабаритных грузов по воздуху (рис. 12б).



а) «Phantom 3»

б) БПЛА самолетного типа

Рис. 11. Беспилотные летательные аппараты



а) «Иркут-1А»

б) АК 5-3

Рис. 12. Аэростатические комплексы

Сегодня все роботы, находящиеся на службе МЧС России объединяют в один раздел робототехники - «экстремальная робототехника в чрезвычайных ситуациях». Область применения экстремальной робототехники в интересах МЧС России охватывает всю среду обитания человека – на земле, на воде и в воздухе.

И сходя из того, что основное назначение робототехники – выполнение различного рода работ в экстремальных внешних условиях опасных и вредных для человека или вообще исключающих полностью его присутствие, то робототехнические комплексы для чрезвычайных ситуаций должны выполнять следующие технологические операции:

- разведка (первичное обследование) и мониторинг аварийных зон с целью визуального контроля, радиационно-химического контроля, определения местоположения объектов и состояния технологического оборудования в зоне аварии, выявления мест и характера повреждений аварийного оборудования, выявление степени обрушения зданий и выявление местоположения наиболее опасных по нагрузке обрушенного объекта;

- погрузочно-разгрузочные и транспортные работы с целью доставки технических средств и материалов в зону работы, проведения инженерных работ по расчистке завалов и разборке аварийных конструкций, сбора и транспортировки опасных объектов в район их утилизации;

- манипуляционные технологические работы по монтажу и демонтажу оборудования, нанесению и удалению покрытий, бандажированию течей на трубопроводах и технологических аппаратах, перемещению радиоактивных и взрывоопасных материалов, установке опор и домкратов, сварке и резке металлоконструкций, сверлению, бурению, резке строительных конструкций, открыванию дверей и люков, разминирования и подрыва неразорвавшихся снарядов и других опасных объектов, в том числе и ядерных, разбор завала;

- очистные работы по дезактивации местности, строений и оборудования, сбору и удалению рассыпанных высокотоксичных материалов, откачки проливов высокотоксичных веществ;

- пожаротушение, включающее разведку очага пожара, его локализацию и подавление;

- поиск людей в зоне ЧС и их последующая эвакуация.

МЧС будущего – универсальная, максимально эффективная спасательная служба. По словам Министра Пучкова В.А.: «Для универсальной спасательной службы необходима единая методика, единая структура, единая унификация оборудования. Выработка новых критериев оценки их эффективности, современные технологии. Сейчас нам необходимы современные беспилотники отечественного производства с хорошими характеристиками по времени пребывания в воздухе и по оптике. Кроме того, необходимо высокотехнологичное оборудование и программы, сопряженные с дронами, для того чтобы уже на стадии наблюдения реагирующие подразделения получали оптимальный план действий».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Робототехника [электронный ресурс] // Сайт wikipedia. / Режим доступа <http://www.wikipedia.org>.
2. Юревич Е.И. Основы робототехники. 3-е изд., СПб.: БХВ-Петербург, 2010 386 с.
3. Иванов В.Е. Выбор платформы для робота на радиоуправлении // NovaInfo.Ru. 2016. Т. 2. № 53. С. 36-39.
4. Иванов В.Е. Применение 3D-принтера для создания прототипа робота // NovaInfo.Ru. 2016. Т. 3. № 53. С. 30-33.
5. Мультикоптер [электронный ресурс] // Сайт wikipedia. / Режим доступа <http://www.wikipedia.org>.
6. Кропотова Н.А. Анализ робототехники на службе МЧС России. // Пожарная безопасность и защита в ЧС: сборник материалов XI итоговой научно-практической конференции курсантов, слушателей и студентов, посвященной Году гражданской обороны. Иваново, 2017. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. - С. 410-417.

УДК 62-776.2

А. А. Вагин, А. И. Бурушкин, Н. А. Кропотова, В. Е. Иванов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

БОРЬБА С КОРРОЗИЕЙ ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ В УСЛОВИЯХ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Данная статья рассматривает одну из важнейших проблем – борьба с коррозией. В статье описывается новая установка для мойки днища пожарного автомобиля, принцип ее действия.

Ключевые слова: мойка машины, защита от намерзания грязи, защита от коррозии, защита днища.

A. A. Vagin, A. I. Burushkin, N. A. Kropotova, V. E. Ivanov

CORROSION PREVENTION FIRE VEHICLE TO INCREASE THE SERVICE LIFE WHEN WORKING IN RURAL AREAS

This article considers one of the most important issues – the fight against corrosion. The article describes a new device for washing the underbody of the fire truck, the principle of its operation.

Keywords: car wash, protection from freezing dirt, corrosion protection, underbody protection.

Пожарная охрана Российской Федерации является одной из основополагающих структур в обеспечении безопасности. При проведении аварийно-спасательных операций в любом регионе начиная от районов крайнего севера и заканчивая южными регионами используются самую различную технику специального назначения и технику пожаротушения, кузов и рабочее оборудование которой состоит, как правило, из металла. Проведение любых видов работ в условиях сельской местности относится как наиболее загрязняющей среде, вследствие влияния коррозионной среды.

Огнетушащие вещества (вода, пенообразователи) омывают поверхности элементов водопенных коммуникаций. В воде растворены различные газы, соли, поэтому она является слабым электролитом. Внутренняя поверхность цистерны выше уровня воды смачивается ее парами, и они конденсируются на ней. Коррозия может происходить и на поверхностях цистерн, заполненных жидкостью. Для ее предотвращения применяются лакокрасочные материалы, анодная защита.

Коррозионно-активными являются пенообразователи. Поэтому баки для них делают из нержавеющей стали. При эксплуатации после использования пенообразователей необходимо промывать систему пеноподачи. Капли пенообразователя, попадающие в насосное отделение, вызывают сильную коррозию резьбовых соединений. Это затрудняет демонтаж насоса. А вот смазочные материалы, амортизационные жидкости, смазки коррозию не вызывают.

Серосодержащие вещества в топливе могут вызывать коррозию топливоподающей аппаратуры, а продукты сгорания – коррозию гильз цилиндров. Для ее предотвращения необходимо предпринимать специальные меры.

Большое влияние на коррозию оказывает пыль, так как вследствие щелевого (капиллярного) эффекта под пыльниками конденсируется влага.

Проблема исследования коррозионного воздействия на металлические поверхности кузова пожарного автомобиля и его основных рабочих механизмов на сегодняшний день остается актуальной. Поскольку металлы деталей и рабочих систем не всегда нейтральны относительно друг друга. По этой причине может происходить необратимое изменение состояния металлических поверхностей, их разрушение. А продление срока эксплуатации не только в сложившейся экономической ситуации страны, но и во все времена была актуальной. Разнообразные состояния металлических поверхностей, состав сред, находящихся с ними в контакте, обуславливают различные механизмы протекания коррозии. Естественно, что это требует и различных методов защиты от нее.

На незащищенной от влияния внешней среды металлической поверхности образуется бесчисленное множество активных микроэлементов. Часто такой вид коррозии реализуется в атмосфере воздуха.

В реальных условиях металлы неоднородны. На поверхности металлических изделий находятся кристаллические зерна различной ориентации, состав металла которых может быть различным вследствие микроликвации, сам сплав может иметь неоднородное строение. Из-за этой неизбежной неоднородности разные участки поверхности деталей характеризуются различными потенциалами. Участки с более отрицательным электродным потенциалом играют роль анодов. Они и будут разрушаться. Механические напряжения также увеличивают отрицательные потенциалы, они усиливают электрохимическую коррозию. Неоднородность металла деталей, разные напряжения в различных их частях, неодинаковая интенсивность коррозионных процессов являются причиной образования различных форм коррозионных поражений (рис. 1).

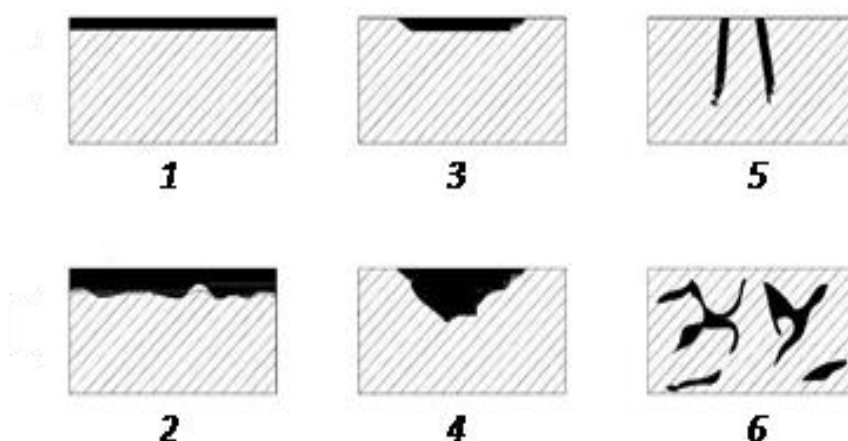


Рис. 1. Формы коррозионных разрушений: 1 – сплошная равномерная; 2 – сплошная неравномерная; 3 – пятнами; 4 – язвами; 5 – точечная; 6 – межкристаллитная

В результате коррозии на металлических поверхностях образуются пленки из окислов. Пленки на стали рыхлые, непрочные, легко разрушаются. Этот процесс непрерывный и является причиной разрушения металлов. Поэтому можно сказать, что интенсивность коррозии во многом определяется свойствами среды, воздействующей на металлы.

В условиях сельской местности данное явление сопровождается пагубным влиянием химических удобрений используемых для полей, солями ферм, мочевиной, др.. Известно, что в весенний и осенние периоды наиболее активно происходит размывание и разжижение почвы дорог, вследствие того, что дороги грунтовые. При эксплуатации пожарного автомобиля в условиях сельской местности происходит загрязнение днища пожарного автомобиля, а при следовании в гараж происходит намерзание, что затрудняет его удаление. Поэтому для удаления загрязнений с днища пожарного автомобиля и была спроектирована омывающая система (рис. 2), смоделирована (рис. 3) и сконструирована система для удаления загрязнений с нижней стороны пожарного автомобиля.

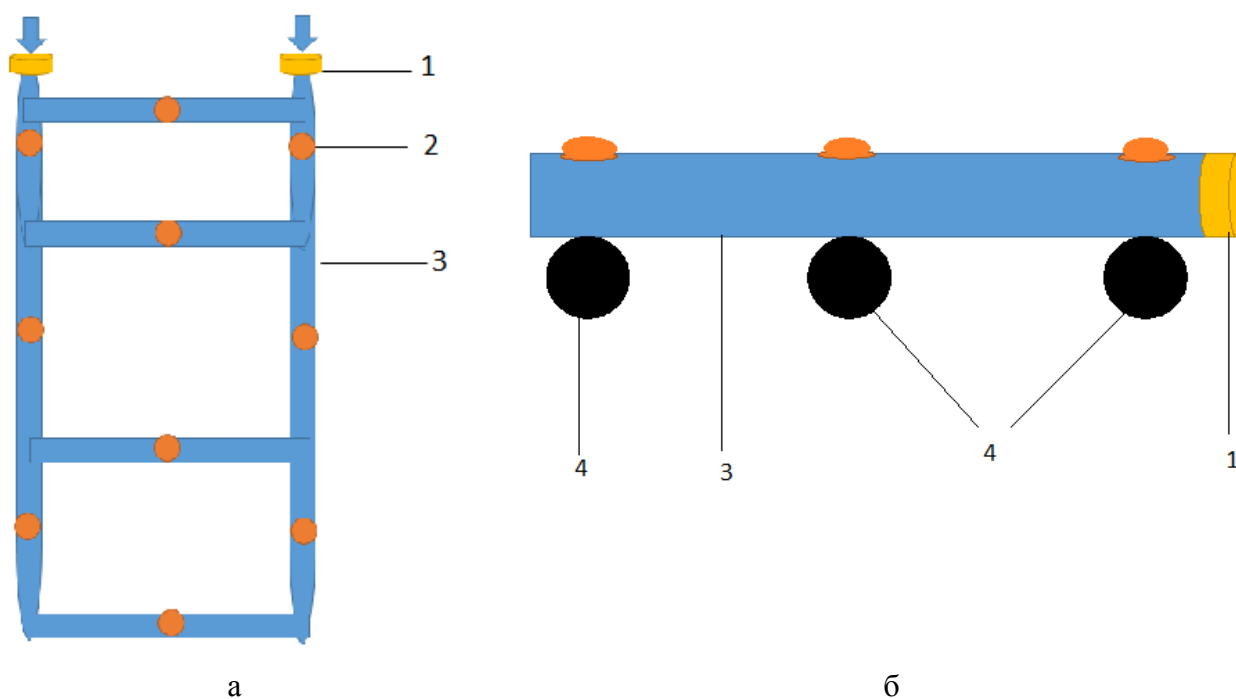


Рис. 2. Проектируемая омывающая система: вид сверху – а, вид сбоку – б, 1 – переходные головки на 77мм, 2 -форсунки, 3 - трубы, 4-колеса (катки)

Система мойки днища пожарного автомобиля представляет из себя две параллельные металлические трубы - 3 с определенным количеством отверстий, на концах которых находятся форсунки - 2 для увеличения радиуса действия. На концах металлических труб имеются переходные головки на диаметр 77 мм при помощи двух рукавов этого же диаметра подсоединяются к автомобилю. Моющая система подвижная за счет катков – 4, что позволяет мыть автомобиль как в гараже так и на улице.

Принцип действия данной системы основан на том, что автомобиль наезжает на омывающую систему, или система подается под автомобиль, присоединяются с помощью переходных головок рукава к машине и благодаря создаваемому давлению подается вода.



Рис. 3. 3-D модель подвижной оmyвающей системы

Благодаря данной системе пожарный автомобиль после выезда всегда чистый, а это значит, что мы предотвращаем пагубное воздействие солей и тем самым замедляем коррозию кузова пожарного автомобиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кропотова Н.А. Анализ жесткости климата определяющий надежность узлов металлоконструкций рабочего оборудования при проведении работ в экстремальных условиях. / Н.А. Кропотова. // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2016. – № 54. Т. 2. С. 57-60.
2. Кропотова Н.А. Обоснование надежности работы пожарных автомобилей при воздействии пагубных климатических факторов. / Н.А. Кропотова. // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2016. – № 54. Т. 2. С. 50-53.
3. Пучков П.В. Магнитожидкостное уплотнение подшипника качения. / П.В. Пучков, А.В. Топоров, Н.А. Кропотова, И.А. Легкова. // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Наука и образование в социокультурном пространстве современного общества». В 3-х частях. - Смоленск. 2016. С. 33-35.
4. Кропотова Н.А. Обеспечение работоспособности пожарных автомобилей при реализации основных видов ремонта. / Н.А. Кропотова. // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2016. – № 55. Т. 1. С. 68-72.

УДК 621.7-4

И. И. Ведерникова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ГЛУБОКОГО АНОДИРОВАНИЯ НА АНТИАДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА

В работе изложены основные выводы проведенных исследований по определению угла смачивания поверхностей, обработанных глубоким анодированием с различными режимами.

Ключевые слова: анодная пленка, глубокое анодирование, краевой угол смачивания, пористость, сернокислый электролит.

I. I. Vedernikova

THE INFLUENCE OF MODES OF DEEP ANODIZING THE RELEASE PROPERTIES

The paper presents the main conclusions of the studies carried out to determine the wetting angle of surfaces treated with deep anodizing with different modes.

Keywords: anode film, deep anodizing, edge wetting angle, porosity, sulfuric acid electrolyte.

Процессы, происходящие на границе раздела трех фаз (твердой, жидкой и газообразной) интересны как с практической, так и с теоретической точки зрения и изучаются уже десятки лет. На краевой угол смачивания влияет множество факторов: чистота поверхности, шероховатости. Эти факторы могут, как увеличить, так и уменьшить величину краевого угла смачивания.

Толстая анодная пленка, получаемая в результате глубокого анодирования, имеет пористую структуру, параметры которой зависят от режимов процесса. Каждому формирующему напряжению соответствует определенная толщина барьерного слоя анодной пленки, следовательно, задавая в процессе анодирования разные формирующие напряжения (или соответствующие им плотности анодного тока), можно получить разную толщину барьерного слоя. А поскольку толщина барьерного слоя связана с размером окисной ячейки определенным соотношением, то изменение режима анодирования влияет и на структуру пористой части анодной пленки.

Немаловажную роль в процессе формирования барьерного слоя, а следовательно, и в структуре пористой части пленки играет состав электролита и время анодирования.

Оксидная пленка обладает большой твердостью, она тверже стекла и хрома. Однако надо иметь в виду, что речь идет о твердости только самой пленки. Будучи нанесенной на мягкий металл, каким является алюминий, она не выдерживает испытания на твердость, так как продавливается вследствие своей незначительной толщины. Глубокое анодирование применяется для получения твердых износостойких покрытий, работающих в условиях трения. Для толстослойного анодирования часто

применяют сернокислые электролиты. Анодирование в них выполняют при низкой температуре. При анодировании прядильных камер с плотностью тока $3 \div 4$ А/дм² на острых краях иногда имеют место «прожоги» и частичное разъедание тонких стенок в этих зонах. Этот дефект имеет место вследствие того, что под действием направленного электрического тока происходит пробой анодной пленки на острие кромки и возникновение нового микрообъема анодной пленки на участке пробоя. Когда величина возникающих микрообъемов анодной пленки соизмерима с размерами конструкции, при ее росте происходит разрушение имеющейся на соседней поверхности пленки, где и происходит следующий пробой. Возникает цепная реакция, нарушающая нормальный ход процесса и приводящая к появлению брака. Лучшие результаты анодирования получают при применении принудительной циркуляции серной кислоты в ванне.

Контроль качества анодной пленки предусматривает определение цвета пленки, измерение утолщения пленки и толщины. Цвет пленок – от светло- до темно-коричневого, почти черного. Чем пленка толще, тем она темнее. При равных толщинах пленка тем темнее, чем больше в сплаве кремния и меди. Хорошо сформированная пленка должна иметь гладкую поверхность со стекловидным отблеском; матовость и белесоватость пленок – признак начинающегося растравливания пленки.

В процессе роста неэлектропроводной анодной пленки плотность тока уменьшается. Для поддержания заданной плотности увеличивается напряжение. Когда напряжение достигает значения величины насыщения, то оно остается практически постоянным при любой длительности процесса. Установившееся напряжение свидетельствует о прекращении роста анодной пленки.

Добавка в сернокислый раствор щавелевой кислоты до $15 \div 20$ г/л уменьшает растравливание поверхности анодного покрытия и позволяет увеличивать продолжительность процесса до установления момента равновесия между скоростью роста пленки и скоростью ее растравливания. Кроме этого, введение щавелевой кислотой добавки позволяет повысить температуру процесса и вести его при положительной температуре $+6 \div +8$ °С. Поэтому, для получения анодной пленки высокой толщины или при недостаточной мощности холодильного оборудования можно рекомендовать добавку щавелевой кислоты в сернокислый электролит концентрации $15 \div 20$ г/л.

Для определения влияния режимов глубокого анодирования на величину краевого угла смачивания проводились исследования на образцах, подвергнуты глубокому анодированию с различной плотностью тока при различной длительности процесса. На основе полученных значений были построены зависимости величины краевого угла смачивания от режимов глубокого анодирования и применяемого электролита (рис. 1-3).

Из приведенных графиков видно, что с увеличением времени анодирования до 60-90 минут краевой угол смачивания возрастает практически у всех образцов, при дальнейшем увеличении времени анодирования величина краевого угла не изменяется или даже снижается, что свидетельствует об увеличении смачиваемости материала. Такую зависимость можно объяснить увеличением пористости анодного покрытия при возрастании анодирования. Этот вывод подтверждается и тем, что при повышении плотности тока краевой угол смачивания ниже, а, следовательно, смачиваемость ниже, чем при малой плотности анодного тока.

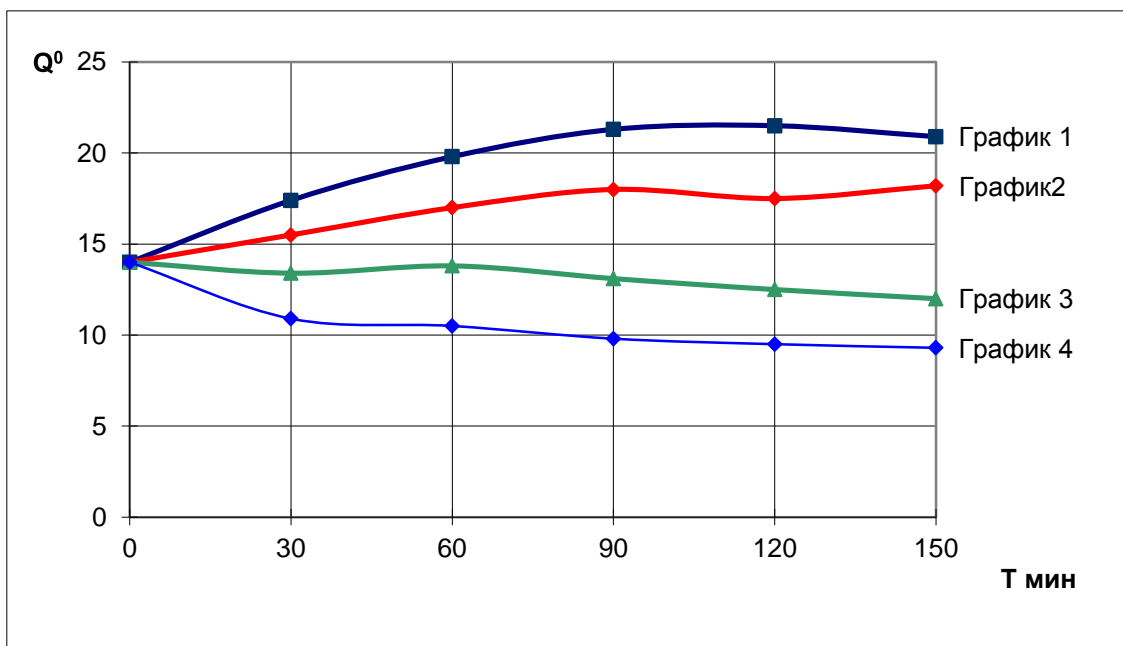


Рис. 1. Зависимость величины краевого угла смачивания от режимов глубокого анодирования в сернокислом электролите. Смачивающая жидкость – воск. Плотность тока: 1 – 2 А/дм²; 2 – 3 А/дм²; 3 – 4 А/дм²; 4 – 5 А/дм²

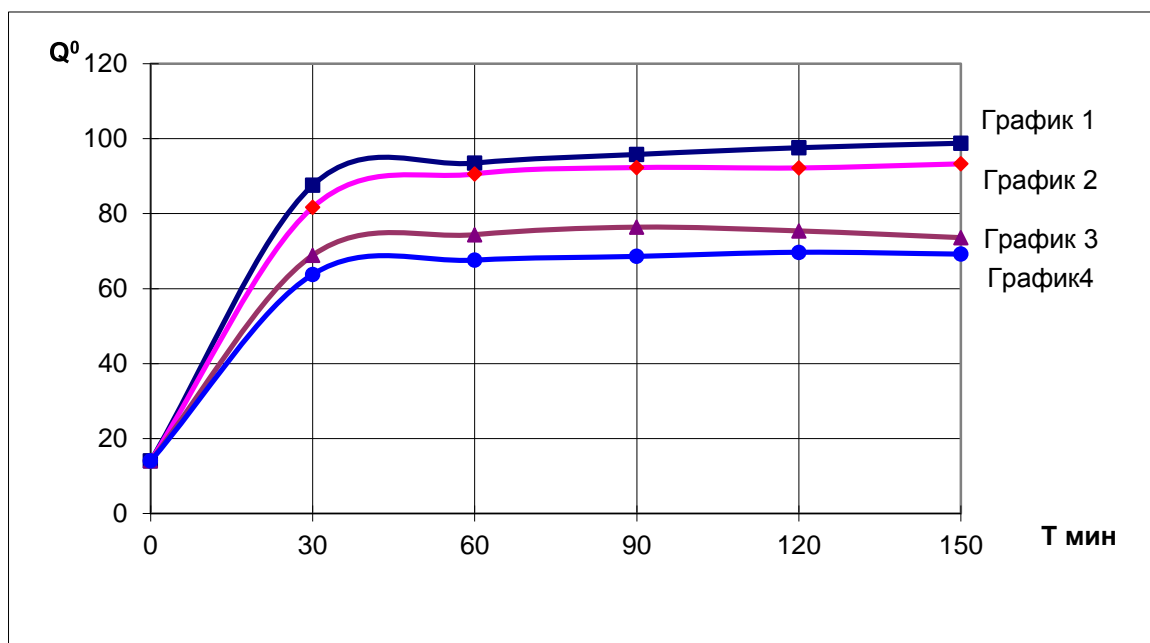


Рис. 2. Зависимость величины краевого угла смачивания от режимов глубокого анодирования в щавелево-сернокислом электролите. Смачивающая жидкость – воск. Плотность тока: 1 – 2 А/дм²; 2 – 3 А/дм²; 3 – 4 А/дм²; 4 – 5 А/дм²

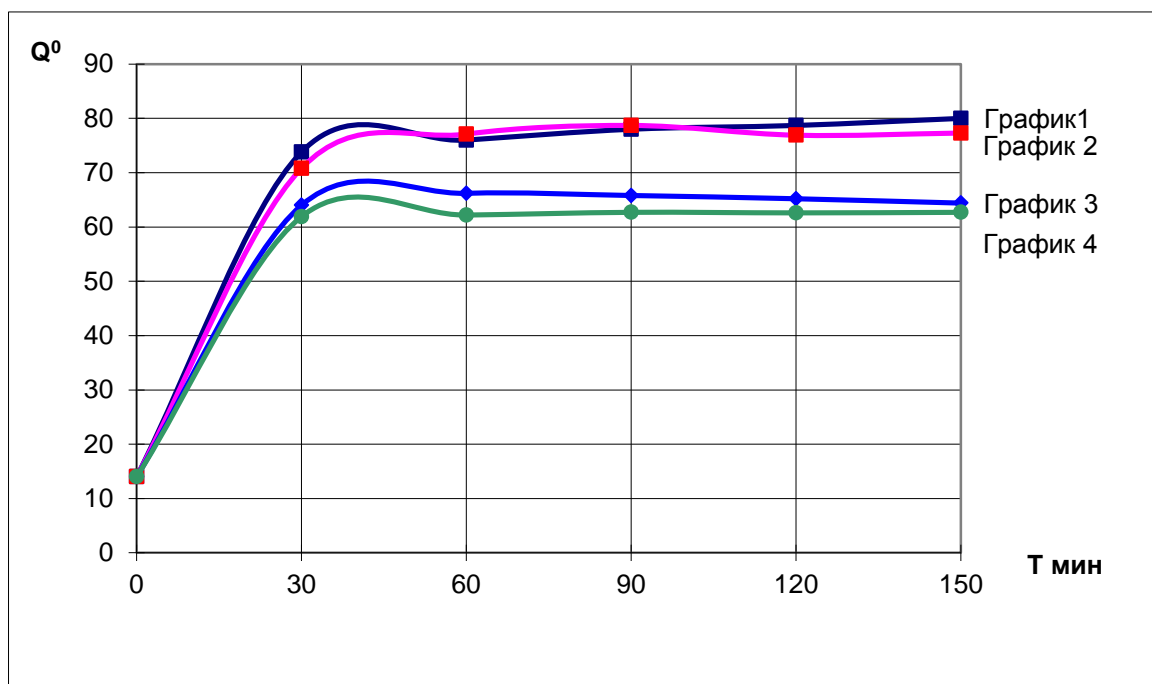


Рис. 3. Зависимость величины краевого угла смачивания от режимов глубокого анодирования в сернокислом электролите. Смачивающая жидкость – спирофил. Плотность тока: 1 – 2 А/дм²; 2 – 3 А/дм²; 3 – 4 А/дм²; 4 – 5 А/дм²

В процессе работы деталь нагревается, поэтому исследовалось влияние температуры на величину краевого угла смачивания. Результаты приведены в таблице.

Таблица. Влияние температуры на величину краевого угла смачивания

Материал образца	Величина краевого угла смачивания, град.					
	Смачивающая жидкость – воск			Смачивающая жидкость – спирофил		
	Температура, °С			Температура, °С		
	20	40	60	20	40	60
Сталь 45	63,8	54,5	41,4	16,0	11,4	2,0
Титан ВТ 45	60,2	55,1	42,1	14,5	12,9	8,2
Дюралюминий Д16Т	56,0	53,4	39,0	13,1	12,7	8,0
Д16Т, анодированный в сернокислом электролите	78,7	76,2	64,6	18,1	13,4	10,1
Д16Т, анодированный в щавелево-сернокислом электролите	92,3	81,1	76,2	19,6	17,2	15,4

С повышением температуры образца величина краевого угла смачивания уменьшается, смачивающая жидкость больше растекается по поверхности исследуемых материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ведерникова И.И.* Повышение износостойкости рабочих поверхностей деталей машин/ ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2012. – 144 с.
2. *Мутовкин И.Ф.* Разработка методов снижения износа и засорения камер пневмомеханических прядильных машин: дисс. канд. техн. наук, на правах рукописи. – Кострома, 1998.

УДК 621.7.06

А. М. Власов, В. А. Полетаев

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОЖИДКОСТНОГО ГЕРМЕТИЗАТОРА С ПОМОЩЬЮ ПОЛНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Рассмотрено исследование магнитожидкостного герметизатора с применением математического метода полного факторного эксперимента (ПФЭ). Построены математическая модель влияние факторов эксперимента на момент трения.

Ключевые слова: полный факторный эксперимент, уравнение регрессии, шероховатость втулки, вязкость магнитной жидкости, момент трения.

A. M. Vlasov, V. A. Poletaev

INVESTIGATION OF THE MAGNETIC-LIQUID SEALER WITH THE USE OF THE FULL FACTOR EXPERIMENT

The investigation of the magneto-liquid sealer with the use of the mathematical method of the full factorial experiment is considered. A mathematical model of the influence of experimental factors at the time of friction is constructed.

Keywords: complete factorial experiment, regression equation, bushing roughness, viscosity of a magnetic fluid, friction torque.

Момент трения является одним из важнейших параметров электромеханических устройств. В зависимости от условий эксплуатации конструктивное исполнение магнитожидкостных герметизаторов (МЖГ) на основе нанодисперсных магнитных жидкостей очень разнообразно, как и величина рабочего зазора в них. Дальнейшее развитие и применение МЖГ требуют тщательного моделирования и расчета их магнитных систем с учетом строения рабочего зазора в них в зависимости от величины шероховатости и волнистости внутренних поверхностей магнитных полюсов и наружных поверхностей валов из различных материалов, контактирующих с магнитной жидкостью разных марок, а также свойств и особенностей поведения магнитных жидкостей в различных условиях, влияющих на изменение моментов трения [1].

Процесс исследования магнитожидкостного герметизатора является сложным многофакторным процессом со следующими характерными особенностями: - значительным многообразием управляемых, неуправляемых и неконтролируемых факторов, оказывающих существенное влияние на работы уплотнения; - большим числом сложных корреляционных связей между факторами; - ярко выраженной зависимостью физико-механических, фрикционных и антифрикционных свойств трущихся материалов от температуры, воздействия внешней среды и многих других факторов [2].

Для решения задачи исследования магнитожидкостного герметизатора наиболее приемлемы математические методы планирования экспериментов. Экспериментальные методы позволяют на основании результатов опытов описать физические явления в форме эмпирических математических моделей, обычно в виде полиномов определенной степени.

На экспериментальной установке проведены исследования по определению влияния вязкости используемой магнитной жидкости, температуры, напряженности магнитного поля, частоты вращения вала, величин шероховатости Ra и волнистости поверхностей сменных втулок и полюсов на момент трения в рабочем зазоре магнитожидкостного герметизатора [3].

Для обработки экспериментальных данных с целью математического моделирования используют регрессионный анализ. Основное назначение регрессионного анализа – получение по экспериментальным данным регрессионных моделей объектов исследования. Фактически с помощью регрессионного анализа решается одна из важнейших исследовательских задач - получение формульных зависимостей, связывающих значение выходной переменной (отклика) объекта с входными факторами. Наибольшее распространение применение регрессионного анализа отразилось в полном факторном эксперименте [2,4].

Применение полного факторного эксперимента в данной работе рассмотрено на примере исследование влияния вязкости магнитной жидкости и частоты вращения вала, а также шероховатости наружной поверхности втулки на момент трения магнитожидкостного герметизатора. Одним из важнейших этапов планирования эксперимента является выбор параметра оптимизации. В проводимых исследованиях в качестве параметра оптимизации выбрано значение момента трения магнитожидкостного герметизатора. На основе априорных данных выбирались основные уровни факторов k : X_1 , X_2 , X_3 и интервалы их варьирования. Фактором X_1 является вязкость магнитной жидкости η , Па*с, фактором X_2 – частота вращения вала n , об/мин, фактором X_3 – шероховатость наружной поверхности втулки Ra, мкм.

После проведения методики полного факторного эксперимента и всех расчетов по данной работе было получено уравнение регрессии и картина поверхности отклика (рис.1):

$$\hat{y} = 4,98 + 2,18X_1 + 1,66X_2 + 0,94X_3 + 0,45X_1X_2 + 0,21X_1X_3 + 0,26X_2X_3 - 0,27X_1X_2X_3$$

На основании экспериментальных данных построена математическая модель влияния частоты вращения вала, шероховатости наружной поверхности втулки, а также вязкости магнитной жидкости на момент трения магнитожидкостного герметизатора.

Показано влияние каждого из факторов эксперимента на момент трения. Установлено, что с увеличением вязкости магнитной жидкости, частоты вращения вала и шероховатости наружной поверхности втулки момент трения магнитожидкостного герметизатора возрастает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Полетаев В.А.* Исследование влияния качества поверхности магнитных полюсов на момент трения магнитожидкостных герметизаторов. / В.А. Полетаев, С.М. Перминов, Т.А. Пахолкова, А.М. Власов // Трение и смазка в машинах и механизмах. – Москва. – М.: «Машиностроение». 2014. – № 9. – С.38- 43

2. *Евдокимов Ю. А.* Планирование и анализ экспериментов при решении задач трения и износа / Ю. А. Евдокимов, В. И. Колесников, А. И. Тетерин // М.: Наука, 1980. –228 с.

3. *Полетаев В.А.* Установка для исследования эксплуатационных характеристик магнитожидкостных герметизаторов / В.А. Полетаев, А.М. Власов, Т.А. Пахолкова // Вестник УГАТУ – Уфа: ФГБОУ ВО «УГАТУ». 2017. – Т. 21. – №2. – С.17-23.

4. *Красовский Г.И.* Планирование эксперимента. / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов // Минск.: Издательство БГУ им. В. И. Ленина, 1982. – 302 с.

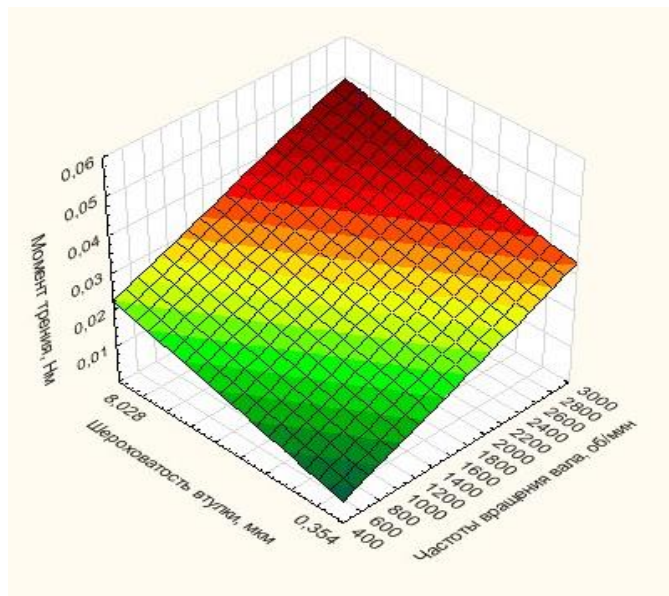


Рис. 1. Поверхность отклика в натуральной форме при изменении двух факторов (шероховатости втулки и частоты вращения вала) и фиксированном значении вязкости магнитной жидкости $\eta=0,2$ Па*с

УДК 621.787

М. Ю. Волкова, Е. В. Егорычева, Т. Д. Торопов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ЗРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В КОНСТРУИРОВАНИИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Статья посвящена актуальным проблемам расчета и конструирования машин и механизмов. Охватывает сознательное, целенаправленное восприятие объектов действительности, сбора фактических данных о наблюдаемой форме, их осмысление, позволяющее определить и понять законы ее строения с целью применения их в практике выполнения, технологии обработки материала и получении готового изделия.

Ключевые слова: восприятие формы, зрительная информация, проектирование, методический подход, антропометрия.

M. Yu. Volkova, E. V. Egorycheva, E. D. Toropov

THE USING OF SYSTEM FOR RECEIVING AND TRANSFER VISUAL INFORMATION IN THE DESIGN OF MACHINES AND MECHANISMS

The article is devoted to actual problems of calculation and design of machines and mechanisms. It covers the conscious, purposeful perception of reality objects, the collection of factual data about the observed form, their comprehension, allowing to determine and understand the laws of its structure with the purpose of their application in practice of execution, the technology of material processing and obtaining the finished product.

Keywords: Perception of form, visual information, design, methodical approach, anthropometry.

В настоящее время актуальные проблемы расчета и конструирования машин и механизм охватывают сознательное, целенаправленное восприятие объектов действительности, это есть собирание фактических данных о наблюдаемой форме, их осмысление, которые позволяют определить и понять законы ее строения за тем, чтобы применить их в практике выполнения, технологии обработки материала и получении готового изделия.

Умение целенаправленно воспринимать форму развивается согласно принятой системы, своего рода алгоритма действий и мышления.

В процессе такой передачи информации необходимо стремится не только понять строение формы, но и как можно выразительнее изобразить ее, точнее передать ее части и детали. Самое главное, что удается достигнуть, практикуя такую систему получения и передачи зрительной информации, это не только изучение и освоение закономерностей формообразования, но и в результате мыслительных действий формирование в сознании неких будущностей (тенденций) в развитии формообразования.

Система наблюдения, восприятия, анализа формы и передачи информации о ней путем ее изображения

Основные информационные поля	Структурные части
Получение информации	Наблюдение общей формы объекта, выделение главного, характерного
	Определение оси устойчивости формы
	Выявление общего движения формы
	Проведение сравнительного анализа в соотношении частей и целого Анализ пластических качеств формы, ее линейной структуры и цветовых характеристик
Передача информации	Составление зрительных характеристик, оценок и выводов о сущности и содержании формы
	Формулирование закономерностей ее построения
	Поиск путей и возможностей передачи полученной информации в изобразительной форме
	Передача – выполнение изображения (технический рисунок, чертеж, 3D воспроизведение, макет, изделие)

Можно сформулировать один из выводов представленного опыта: полное понимание структуры и строения формы путем мимолетного, поверхностного смотра на объекты получить невозможно. Для этого нужно время и процесс восприятия зрительной информации, сущность которого заключается в вышеприведенной системе.

Хотелось бы указать еще на одно требование технологий проектирования и конструирования. Оно состоит в том, что при минимуме затрат форма изделия должна быть удобной, целесообразной и выразительной. С этой целью выполняются реальные изделия, макеты или модели, ибо они показывают конечный результат проделанной ими работы в соответствии с эргономическими и антропометрическими показателями, которые заключаются в измерении тела человека и его частей с целью установления возрастных, половых, расовых и других особенностей физического строения, позволяющий дать количественную характеристику их изменчивости.

Потребность в антропометрических исследованиях обуславливается большой изменчивостью размеров тела человека. Пределы колебания размеров людей одной группы, как правило, заходят за пределы колебаний размеров людей другой группы. Это трансгрессивная изменчивость, которая обуславливает необходимость количественных определений. Результаты антропометрических измерений сравниваются по специально разработанным правилам, которые основываются на принципах вариационной статистики.

Изучение и проектирование таких систем создали необходимые предпосылки для объединения технических дисциплин и наук о человеке и его трудовой деятельности, обусловили появление новых исследовательских задач:

1. Задачи, связанные с описанием характеристик человека как компонента автоматизированной системы. Речь идет о процессах восприятия информации, памяти, принятия решений, исследованиях движений и других эффекторных процессах, проблемах мотивации, готовности к деятельности, стресса, коллективной деятельности операторов. С точки зрения обеспечения эффективности деятельности человека важное значение имеют такие факторы, как утомление, монотонность операций, перцептивная и интеллектуальная нагрузка, условия работы, физические факторы окружающей среды, биомеханические и физиологические факторы.

2. Задачи проектирования новых средств деятельности, относящихся преимущественно к обеспечению взаимодействия человека и машины. К таким средствам относят визуальные и слуховые индикаторы, органы управления, специальные входные системы ЭВМ, новые инструменты и приборы.

3. Задачи системного характера, связанные с распределением функций между оператором и машиной, с организацией рабочего процесса, а также задачи подготовки, тренировки и отбора операторов.

В результате исследований выявлено, что анализ факторов, влияющих на процессы конструирования машин и механизмов должен иметь системный характер, отражающий современные тенденции производства и потребления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова М.Ю. Исследование современных технологий для улучшения качества образовательного процесса // Состояние и перспективы развития электротехнологии (XVII Бенардосовские чтения). – Иваново, 2013 г., том 3, (С.282-285).

2. Волкова М.Ю. Использование информационных систем для повышения образовательного процесса // Материалы международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии» (XIII Бенардосовские чтения) 27-29 мая, 2015 г.: материалы конференции. – Иваново: ФГБОУ ВПО Ивановский государственный энергетический университет. – 2015.– Т.3. – С.381 – 384.

3. Волкова М.Ю. Информационные технологии в образовательном процессе // Информационная среда вуза. Материалы XXII Международной научно-технической конференции: материалы конференции. – Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет». Издательский центр ДИВТ ИПК «Пресс Сто». – 2015. – С.41 –43

УДК 621.787

М. Ю. Волкова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО И АНАЛИТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Статья посвящена методикам вычислительного проектирования таким как параметрическое моделирование, параметрика, параметризм. Выполнение таких визуализации может быть использовано в различных областях жизнедеятельности человека, в том числе для прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: параметрическое моделирование, геометрические соотношения, программное обеспечение, визуализация, схемы построения.

M. Yu. Volkova

MODELING OF COMPUTATIONAL AND ANALYTICAL DESIGN OF MECHANICAL SYSTEMS

The article is devoted to the methods of computational design such as parametric modeling, parametrics, parametrism. The implementation of such visualization can be used in various areas of human activity, including for forecasting emergencies.

Keywords: Parametric modeling, geometric relationships, software, visualization, construction schemes.

В настоящее время при решении проблемы расчета и конструирования машин и механизмов, набирает популярность методика вычислительного проектирования или же, как его называют, параметрическое моделирование, параметрика, параметризм.

Как известно, параметрическое моделирование при проектировании использует параметры элементов модели и соотношения между ними. Параметризация позволяет за короткое время «проиграть» различные схемы построения с помощью изменения размеров или геометрических соотношений. Имея возможность закладывать в процесс проектирования большее количество данных и ограничений, можно получить

проект, максимально учитывающий многие факторы, сложно увязываемые традиционными методами. Параметрические методы позволяют работать в реальном времени с самыми актуальными данными. Этот способ проектирования основан на создании алгоритмов среды с использованием меняющихся параметров.

Безусловно, многие задачи формообразования можно решить с программой 3ds Max. В результате проведенного исследования выявлено, что когда на первый план выступает проблема автоматизации большого объема информации, то на помощь приходит программа Rhinoceros (Rhino), позволяющая решить множество задач, которые либо не решаемы, либо очень трудоемки при использовании традиционного проектирования. Изначально это программное обеспечение использовалось в промышленном дизайне и запускалось, как конкурент AutoCAD. Но с развитием оно становится уникальным и незаменимым как в вычислительном моделировании, так и в аналитическом.

Особое внимание заслуживает плагин SMART Move Viz помогающий при моделировании толпы. Он визуализирует поток людей в местах, охватывающих городские пространства, образование, спорт, железные дороги и аэропорты. Минусом является то, что поведение человека не может быть абсолютно предсказуемо, он может идти по заданному пути, огибая препятствие, или по эмоциональным причинам. Поэтому плагин не предназначен для детального анализа циркуляции, но тем не менее помогает смоделировать траекторию движения и определить возможные точки заторов, скопления людей. Это отличный способ анализа пространств.

Исходя из полученных данных можно влиять на планировку и тем самым получать наиболее удобное пространство.

Autodesk flow design – это отдельная программа для проведения симуляции ветра. С ее помощью можно проанализировать ветровые нагрузки на разные части здания с разных сторон. Подобный анализ полезен для уменьшения негативного влияния на здание, что достигается с помощью создания каналов для потоков воздуха, по которым им легче обтекать объем. Выполнение такой визуализации может быть использовано, в том числе, для прогнозирования поведения огня при пожаре. Можно подойти к этой задаче и с логической точки зрения, но на практике некоторые проемы могут оказывать усиливающее влияние на скорость ветра, поэтому экспериментальный подход очень важен при моделировании зданий и сооружений необычной формы.

В традиционном проектировании не новы испытания в аэродинамической трубе проектных моделей, им подвергаются обычно небоскребы. Программное обеспечение Autodesk flow design приходит на помощь и позволяет добиться наибольшей приближенности к реальным атмосферным условиям.

В результате исследований выявлено, что параметрическое проектирование все еще находится на ранней стадии развития, но современные исследования показывают, что в ближайшем будущем оно будет внедрено в реальное проектирование. Развитие новых методов становится фундаментальным условием для будущего успеха. Новый

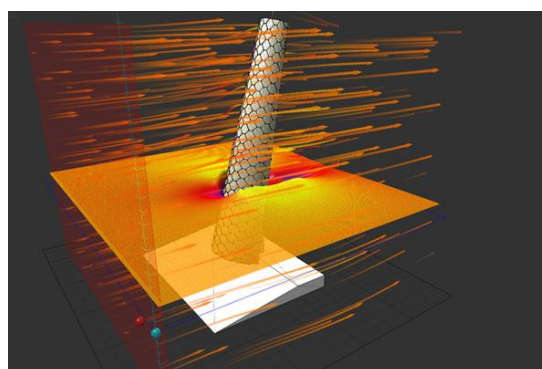


Рисунок. Визуализация потоков ветра и их огибания формы

способ проектирования развивается не только благодаря технологии, но также и новому программному обеспечению (например Rhinoceros), которое делает параметрическое проектирование доступным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова М.Ю. Исследование современных технологий для улучшения качества образовательного процесса // Состояние и перспективы развития электротехнологии (XVII Бенардосовские чтения). – Иваново, 2013 г., том 3, (С.282-285).

2. Волкова М.Ю. Использование информационных систем для повышения образовательного процесса // Материалы международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии» (XIII Бенардосовские чтения) 27-29 мая, 2015 г.: материалы конференции. – Иваново: ФГБОУ ВПО Ивановский государственный энергетический университет. – 2015.– Т.3. – С.381 – 384.

3. Волкова М.Ю. Информационные технологии в образовательном процессе // Информационная среда вуза. Материалы XXII Международной научно-технической конференции: материалы конференции. – Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет». Издательский центр ДИВТ ИПК «Пресс Сто». – 2015. – С.41 –43

УДК 658.562

С. В. Воронин, И. Л. Скрипник

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

СПОСОБ РАСЧЕТА ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ИЗДЕЛИЯ

Рассмотрены подход к определению обобщенного показателя качества по существенным показателям с учетом выполнения или перевыполнения значений несущественных показателей.

Ключевые слова: существенные и несущественные показатели, тактико-техническое задание, разработчик, заказчик, качество.

S. V. Voronin, I. L. Skrypnuk

THE METHOD OF CALCULATION OF THE GENERALIZED INDICATOR OF QUALITY DEVELOPED PRODUCT

An approach to the definition of a generalized indicator of quality for essential indicators is considered, taking into account the implementation or overfilling of the values of insignificant indicators.

Keywords: major and minor indicators, tactical and technical requirements, developer, customer, and quality.

В настоящее время методы расчета обобщенного показателя качества (ОПК) изделий основываются на использовании системы единичных и комплексных показателей. Недостатком данного подхода является то, что для расчета ОПК используется большое количество параметров, многие из которых являются второстепенными для описания свойств изделий. При комплексной оценке качества возникают значительные погрешности, выражающиеся в том, что развитая номенклатура менее существенных параметров «скрывает» более существенные, что влечет за собой сокрытие отдельных крупных недостатков разрабатываемого изделия [1]. Разработчикам выгодно завышать коэффициенты весомости тем показателям, которые реализуются лучше, и наоборот уменьшать те, которые требуют больших затрат и сложных проработок. Неопределенность в назначении коэффициентов весомостей и выборе вида средневзвешенной оценки, в зависимости от условий и целей ее проведения при использовании комплексных методов, выливается в самостоятельную проблему, обычно решаемую эвристически [2].

С целью устранения подобных негативов предлагается ОПК рассчитывать по степени выполнения важнейших требований, предъявляемых к образцу техники. Это значит, что все множество показателей, задаваемых в тактико-техническом задании (ТТЗ) целесообразно разделить на множество существенных, носящих условно-пропорциональный характер, и множество несущественных показателей, носящих условно-альтернативный характер, при котором изменение единичного показателя качества от начального до заданного значения несущественно влияет на эффективность использования изделия по назначению.

К показателям условно-пропорциональной группы относят существенные параметры, определяющие эффективность и экономичность техники, например, показатели назначения. Их максимальное улучшение в разрабатываемом изделии в результате принятия оптимальных конструкторских решений и внедрения достижений научно-технического прогресса должно являться непосредственной задачей разработчиков и находить свое отражение в ОПК разрабатываемого изделия, а также соответствующим образом стимулироваться заказчиком.

Условно-альтернативный характер параметров определяется предельными значениями внешних воздействующих факторов, при которых изделие должно устойчиво функционировать. Это показатели, устанавливаемые в ТТЗ в виде качественных требований.

Проведенный анализ специальной литературы показывает, что явной зависимости между эффективностью разрабатываемого образца техники и изменением его показателей нет. Поэтому для разбиения исходного множества показателей на вышеуказанные подмножества необходимо выбрать некоторый критерий.

Для определения такого критерия можно использовать методы:

- экспертного опроса;
- анализа функций изделия;
- корреляционно-регрессионного анализа.

Анализ перечисленных методов [3,4] показал, что первые два обладают рядом недостатков, к которым следует отнести:

- большую трудоемкость и существенные временные затраты;
- наличие субъективизма, присущего самой процедуре экспертного опроса и анализа функций изделия, а также вследствие привлечения большого числа специалистов в данной предметной области;

– низкую степень достоверности получаемых результатов.

Поэтому наиболее целесообразно использовать метод корреляционно-регрессионного анализа. В этом случае в качестве критерия разбиения используют коэффициент выборочной корреляции «затраты-показатель», характеризующий степень влияния каждого показателя на стоимость изделия, и чем выше это значение, тем существеннее данный показатель [5].

При этом нижней границей для оценки статистической значимости получаемых коэффициентов корреляции может быть принято значение доверительной вероятности, равное 0,8. Для получения достоверных значений объем статической выборки должен включать не менее 5 образцов техники, что ограничивает возможность предложенного подхода для некоторых типов изделий.

Так как конкретные показатели образца имеют разную размерность и масштаб измерений, применить их абсолютные значения для оценки ОПК в прямом виде не представляется возможным. В этой связи возникает необходимость приведения всех показателей к единому масштабу измерений путем нормализации.

Решение данной задачи позволит произвести расчет ОПК разрабатываемого образца косвенным методом, с применением условных единиц, путем сравнения его с показателями базового изделия.

Для образцов техники должен устанавливаться ОПК в виде количественного значения, определяемого отношением совокупности существенных показателей к их базовым значениям. В качестве исходной базы сравнения можно принять совокупность показателей, устанавливаемых в виде требований в ТТЗ. Правомерность принятия в качестве базы сравнения гипотетического образца, определяется принятой системой формирования этих требований в соответствии с нормативными документами системы общих технических требований, стандартами и нормативами перспективного уровня развития создаваемой техники. Существенные показатели целесообразно задавать в ТТЗ при постановке научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Фактически ОПК должен рассчитываться только по существенным показателям с учетом выполнения или перевыполнения значений несущественных показателей. При перевыполнении разработчиком существенных значений показателей, установленных заказчиком, ему следует оценить затраты, повлекшие данное перевыполнение, и если они превосходят лимитную цену, необходимо стимулировать принятие прогрессивных решений и внедрение новейших достижений науки и техники, обеспечивающих превышение заданного в ТТЗ уровня отдельных значений показателей, оказывающих наиболее существенное влияние на эффективность разрабатываемых изделий, с отражением в ОПК меры указанных превышений, поощряя разработчика или отдавая ему приоритет в разработке техники на конкурсной основе [6].

В случаях невозможности реализации значений существенных показателей, вследствие ограниченного финансирования, недостаточной научной проработки, невозможности на современном этапе их промышленной реализации, можно допустить их изменение, но только с разрешения органов, утвердивших первичный плановый документ, содержащий эти показатели. При этом ОПК разрабатываемого образца будет несколько хуже ранее планируемого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Модель качества разработки изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 4 (24) – 2017, с.35-42.
2. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 2 (22) – 2017. с.36-46.
3. О.А. Рыбин, И.Л. Скрипник, С.В. Воронин. Подходы к методологии создания современных образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». № 4 (2017) – 2017, с. 133-137.
4. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Подходы к процессу поиска и принятия решения при создании современных образцов пожарной техники // Система обеспечения пожарной безопасности. Состояние, тенденции, пути развития. Сборник статей и докладов научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 25-26 мая 2017 года. - Санкт-Петербург, Военный институт (инженерно-технический), 2017, с. 218-222.
5. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Определение прогнозируемой стоимости образца пожарной техники // Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны «Пожарная и аварийная безопасность», Иваново, 29-30 ноября 2017 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, с. 904-908.
6. И.Л. Скрипник, С.В. Воронин. Совершенствование организационного механизма управления разработкой образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – с. 222-224.

УДК 614.8: 629.113

В. А. Годлевский, Ю. Н. Моисеев, П. А. Новожилов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МАНЖЕТНЫЕ УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Показана специфика применения манжетных уплотнений в машинах и устройствах пожарной техники. Предложена методика испытаний материала манжет на износостойкость в условиях сосредоточенного контакта по схеме «диск — диск». Показано, что испытания по данной методике отражают влияние трибоактивных присадок в смазочном масле на трение износ эластомера манжетного уплотнения.

Ключевые слова: пожарная техника, манжетное уплотнение, смазочный материал.

V. A. Godlevskiy, Yu. N. Moiseev, P. A. Novozhilov

LIP-TYPE SEALING UNITS OF THE FIRE FIGHTING MACHINERY

Specificity of application lip-type sealings in fire fighting machinery is shown. The technique of tests of material of sealings on wear resistance in the conditions of the concentrated contact

under the scheme «a disk - a disk» is offered. It is shown, that tests by the given technique reflect the influence of tribo-active additives in lubricant oil on friction and wear of elastomer sealings.

Keywords: fire fighting machinery, lip-type sealing/

Манжетные уплотнения являются важным компонентом пожарной техники. Они присутствуют в двигателе и трансмиссии базового шасси пожарного автомобиля. Важным элементом пожарной техники являются центробежные пожарные насосы, которыми, как правило, оборудуются многие пожарные автомобили: автоцистерны, насосные станции, автомобили первой помощи и другие. Отказы насосов занимают существенную долю в числе отказов всех систем пожарного автомобиля (ПА), и эти отказы являются на пожаре критическими, поскольку не дают возможность пожарному автомобилю выполнять боевую функцию.

Задача уплотнительных узлов — защита от вытекания смазочного масла и предохранение от проникновения извне пыли, грязи и абразивных частиц, которые приводят к быстрому изнашиванию деталей. Задача работы уплотнения осложняется еще и тем, что ПА часто работает в условиях проселочных дорог, поэтому сложность их эксплуатации в части защиты от абразивного износа бывает сопоставимой с условиями работы сельскохозяйственных машин. С другой стороны, для изучения износа манжетных уплотнений в пожарной технике могут быть использованы аналогии с эксплуатацией манжет в других областях техники, помимо пожарной.

Манжетные уплотнения применяются в разных агрегатах ПА. Так, они находят место в двигателе внутреннего сгорания, защищая коренные подшипники коленчатого вала. Несколько уплотнений работают в коробке перемены передач, в коробке отбора мощности. Имеются они и в других агрегатах трансмиссии ПА: карданных передачах, ведущих мостах. Обязательно присутствуют уплотнения и в гидравлических механизмах, которые обеспечивают устойчивость пожарных лестниц и коленчатых подъемников, приводят в действие поворотные и подъемные механизмы.

Настоящая работа посвящена анализу работы манжетных уплотнений, главным образом, в пожарных центробежных насосах. Именно здесь, на наш взгляд, работа уплотнений является наиболее ответственной и напряженной.

Маслостойкие эластомеры, из которых изготавливают манжетные уплотнения, имеют специфическую технологию их изготовления [1]. По сравнению с металлическими материалами и обычными полимерами эластомеры обладают особым характером контактного взаимодействия с металлическим контртелом. Поверхность эластомера обладает лабильной вариативной шероховатостью, приспособляющейся к микрогеометрии контртела. Эластичность поверхности не позволяет быстро накапливаться поверхностным дефектам, поэтому механизм изнашивания в данном случае является не усталостным, как в случае большинства металлических поверхностей, а абразивный или адгезионный [3, 4, 5].

Роль абразивного агента в процессе эксплуатации играют внешние пылевые загрязнения, по этой причине пожарная техника, много передвигающаяся по дорогам, особенно по проселочным, подвергается интенсивному воздействию абразивных частиц. В силу этого, манжетные уплотнения, защищая внутренние объемы элементов трансмиссии или гидросистемы, сами подвергаются изнашиванию. Разумеется, повышенная толщина смазочного слоя будет способствовать снижению абразивного

воздействия, в силу чего применяемые трансмиссионные смазки обладают повышенной вязкостью [5].

Важную роль в обеспечении долговечности манжетных уплотнений играют материал и технология изготовления резин. Часто эти материалы имеют в своем составе добавки, повышающие антифрикционные и антиизносные свойства уплотнений. Методики испытаний эластомеров очень разнообразны [6, 7]. Вообще говоря, для того, чтобы повысить долговечность работы манжетного уплотнения пожарного насоса необходимо выполнить следующие мероприятия. 1) Рационально выбрать конструкцию манжеты и материал эластомера. 2) Обеспечить соответствие материала уплотнения и режима его работы в конструкции насоса. 3) Обеспечить подходящий смазочный материал и соответствующий режим подачи смазки.

В рамках настоящей работы была поставлена экспериментальная задача проверить влияние смазочного материала на интенсивность изнашивания эластомера. Для этого были выбраны следующие условия. Испытания проводились для пары трения «бутадиеновый каучук – сталь 45», которая имитирует фрикционное взаимодействие резиновой манжеты пожарного насоса с валом рабочего колеса. Трение выполняли по схеме «диск-диск» при форме пятна контакта типа «полоса». Поскольку невозможно было поставить эксперимент таким образом, чтобы испытать рабочую кромку манжеты, было предложено выполнять трения по внешней кромке манжеты, таким образом, чтобы тело трения имело бы форму диска.

Манжету 1 внешним диаметром 50 мм. закрепляли на специальной оправке 2 так, чтобы она надевалась на оправку с существенным натягом. Соединение впоследствии фиксировали с помощью маслостойкого клея. Контртелом являлся стальной диск, также имеющий диаметр 50 мм, выполненный из закаленной стали 45. Наружную рабочую поверхность образца полировали. Движение от привода установки подавали на нижний (стальной) образец, верхний образец оставляли неподвижным.

В процессе трения на верхнем (каучуковом) образце вырабатывалась канавка износа, которую измеряли с помощью измерительного микроскопа. Смазочный материал (трансмиссионное масло ТАД17и) наливали в ванночку, в которую окунали нижнюю часть стального образца. При вращении образца смазочный материал захватывался поверхностью образца и увлекался в зону трения. Угловая скорость движения нижнего образца составляла 500 1/мин. Опыты производили при постоянной нагрузке 80Н. Величину нагрузки выбрали в предварительной серии экспериментов из тех соображений, чтобы существенно не увеличивать продолжительность опыта.

Были проведены опыты без смазки, со смазкой ТАД-17 с добавлением 5% масс. поверхностно-активной присадки — олеиновой кислоты. В результате экспериментов установлено, что наличие смазки снизило износ эластомерного образца, а последующее введение присадки увеличило антиизносный эффект. Используемая нами ускоренная методика испытаний материала манжетных уплотнений показала, что она способна отражать в результате эксперимента антиизносный эффект вводимой в масло трибоактивной присадки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозеров Н.В. Технология резины – Химия, Москва 1979.
2. Ивановский В.Н., Дарищев В.И., Сабиров А.А. и др. Скважинные насосные установки для добычи нефти. Изд-во «Нефть и газ». Москва 2002.
3. Шайдаков В.В. Свойства и испытания резин. – Химия, Москва.

4. Попов В.Л., Филипов Ф.Э. Свойства, трение износ эластомеров - Наука, Москва.

5. Смайловский О. Г. Трение и износ эластомеров. Конспект лекций. М.: ИЛТИ. 1983. 360 с.

6. Гарифуллин Ф.А., Ибляминов Ф.Ф. Конструкционные резины и методы определения их механических свойств, Казань 2000.

7. Хафизов А.Р., Шайдаков В.В., Шутков Н.В. Прогнозирование долговечности резин при старении в условиях эксплуатации. Нефтепереработка и нефтехимия, Уфа 2002.

УДК 614.847.15 (083.74)

В. А. Годлевский, С. Н. Сосунов, Р. И. Харламов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОПОРНО-ПОВОРОТНЫХ УСТРОЙСТВ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Показаны возможности и преимущества использования в поворотных механизмах пожарных автолестниц и коленчатых подъемников червячных трансмиссий нового поколения.

Ключевые слова: пожарная техника; автолестница; коленчатый подъемник; поворотное устройство; редуктор.

V. A. Godlevskiy, S. N. Sosunov, R. I. Harlamov

PERFECTION PROSPECTS OF FIRE TECHNIC'S ROTARY-SUPPORT DEVICES

The Possibilities and advantages in rotary mechanisms of fire autoladders and cranked lifts of new generation worm transmissions are shown.

Keywords: fire technics; autoladder; cranked lift; rotary device; worm reducer.

Такие виды пожарной техники, как пожарные автолестницы (АЛ) и коленчатые подъемники (КП) имеют в своем составе такие ответственные узлы, как поворотные опоры. Опора поворотная (опорно-поворотное устройство) предназначена для передачи нагрузок от поворотной части на неповоротную и обеспечивает вращение поворотной части пожарной надстройки. Опора поворотная может иметь два исполнения: опора шариковая однорядная или опора роликовая. Использование элементов качения в этом механизме обеспечивает более плавное радиальное перемещение подъемного устройства, придает ему износостойкость.

В качестве привода радиального движения могут использоваться гидромоторы или червячные редукторы. Червячные передачи обладают достаточно большим передаточным числом для успешного использования в этих механизмах. В то же время их КПД выше, чем у гидромоторов, так как последние имеют большие потери на гидросопротивление. Тот факт, что червячная передача обладает эффектом самоторможения, ее применение в поворотных механизмах АЛ и КП делает устройство более безопасным. Поскольку в последнее время с развитием машиностроительной технологии

разработано новое поколение червячных передач, целесообразным является рассмотреть применение этих механизмов нового поколения в конструкциях АЛ и КП.

Развитие современного редукторостроения связано с внедрением новых механизмов, которые обеспечивают надежность эксплуатации, связанную с продлением срока работы, что является мощным технико-экономическим фактором. В связи с этим червячные передачи и редукторы должны обеспечивать высокие требования прочности, жесткости, теплостойкости, вибростойкости и износостойкости. Последнее во многом зависит от условий смазки и смазочных материалов в червячной паре трения.

Актуальной задачей эксплуатации червячных редукторов является реальное повышение ресурса. В основе решения — идеи модернизации, т.е. значительного усовершенствования конструктивных и технологических параметров типовых конструкций редукторов, а также решения триботехнических задач. Прогресс редукторостроения заключается и в научно-техническом сотрудничестве между российскими (НТЦ «Редуктор», Санкт-Петербург; НТЦ «Приводная техника», Москва; ОАО «Редуктор», Ижевск) и западными производителями: испанские, бельгийские и итальянские редукторные фирмы.

В основе сотрудничества соблюдение паритета – совместные исследования, разработка, изготовление и сборка продукции. Таким примером является серия редукторов ES совместного производства (НТЦ «Редуктор», Санкт-Петербург, испанская фирма «Pujol Muntalá» и бельгийская «Watteeuw»), гарантия до 10 лет [1].

Например, Английская фирма «David Brown» более 50 лет сохраняет мировое лидерство в этой области. Её червячные редукторы и передачи, к.п.д. которых был доведён до 95%, повсеместно вытеснили глобоидные и гипоидные редукторы и передачи. Успех этой фирмы и преимущества их червячных редукторов не случайны. Они базировались на глубочайших научных знаниях и «ноу-хау». Передовыми предприятиями России в современном производстве редукторов являются НТЦ «Редуктор», НТЦ «Приводная техника».

Важнейшие конструктивно-технологические отличия червячных редукторов, производимых НТЦ «Редуктор» (г. Санкт-Петербург), состоят в том, что при выборе исходных геометрических параметров, расчётах, проектировании и изготовлении червячных передач учитываются принципиально новые свойства зацепления, которые разработаны специалистами и защищены патентами [2 и др.]. В разработках НТЦ «Редуктор» имеются новые концепции о модификации сопряженных поверхностей витка червяка и зубьев колеса для повышения эксплуатационных показателей и надёжности производимой продукции.

Важным фактором надежности является точность изготовления передачи и редуктора, которая достигается на 2–3 степени выше, чем у других производителей. Благодаря уточнённому прочностному расчёту червячных передач, интегрально учитывающему свойства локальных зон зацепления, внесены коррекции в исходные поверхности, в том числе углов профиля.

Изготавливаются червячные передачи с повышенной заходностью червяков $Z1 = 3, 4, 5$ и более, а также многозаходные червяки с эффектом самоторможения. Если все в России, да и за рубежом, предлагают червячные редукторы с межосевым расстоянием до 160 мм, то НТЦ «Редуктор» расширил эти диапазоны вплоть до 630 мм. НТЦ «Редуктор» предлагает на порядок более экономичные цилиндрическо-червячные редукторы и мотор-редукторы ЦЧ-100, ЦЧ-125, ЦЧ-160, МЦЧ-100, МЦЧ-

125, МЦЧ-160. Аналогично планетарно-червячные редукторы и мотор-редукторы ПЧ-100, ПЧ-25, ПЧ-160. Они пользуются повышенным спросом.

Существенно расширил номенклатуру выпускаемой приводной техники Санкт-Петербургское ОАО «Завод Редуктор». Предприятием внедрена в серийное производство широкая гамма червячных одноступенчатых и двухступенчатых редукторов и мотор-редукторов. НТЦ «Приводная техника» (г. Москва), учитывая потребности клиентов, не так давно пополнил свой ассортимент новой серией червячных редукторов и мотор-редукторов 7Ч. В конструкции редукторов серии 7Ч удалось за счет оптимального подбора параметров червяка повысить к.п.д. в среднем на 5 – 10%.

Простые в эксплуатации червячные редукторы и мотор-редукторы серии 7Ч/7Ч2 (7МЧ/7МЧ2) предназначены для машин с повторно-кратковременным и непрерывным режимами работы. Редукторы выпускаются в 30 вариантах исполнения, в т. ч. с двухсторонним выходным валом, что особенно удобно для использования в подъемно-транспортных машинах. ОАО «Электромеханика» (г. Санкт-Петербург) занимается проектированием и поставкой редукторов для передачи мощности от 1,5 до 220 кВт с передаточным числом до 150 в вертикальном и горизонтальном исполнении.

Оборудование, разработанное специалистами этого предприятия, успешно конкурирует по качественным характеристикам с аналогичной продукцией фирм «Hansen», «Sumitomo» и др. ОАО «Редуктор» (г. Барыш, Ульяновская обл.) специализируется на выпуске одно- и двухступенчатых червячных редукторов. Сегодня завод изготавливает все типоразмеры редукторов, предусматривая шесть вариантов расположения червячной пары в пространстве, пять вариантов крепления редуктора и восемь вариантов сборки.

Предприятие расширило типоразмерный ряд редукторов, и сегодня он включает модели Ч-40, 1Ч-63А, 5Ч-80, 5Ч-100, 5Ч-125, 1Ч-160, 5Ч2-125 и 1Ч2-16. Ижевский редукторный завод (ОАО «Редуктор») выпускает червячные редукторы Ч-80, Ч-100, Ч-125, 1Ч-63А, 1Ч-160, Ч2-160. Все модели способны передавать как постоянную, так и переменную нагрузку в одностороннем направлении и реверсивно.

Завод освоил восемь вариантов сборки. Редукторы могут работать при шести различных расположениях червячной пары в пространстве. Частота вращения входного вала не более 1800 об/мин. Все корпуса выпускаемых червячных редукторов имеют оребрения, улучшающие теплоотвод. Для охлаждения редукторов на червячном валу установлен вентилятор. ОАО «Редуктор» (Ижевск) встал на путь сотрудничества с итальянскими редукторостроителями в области производства редукторов на основе червячных передач [3].

Многие другие отечественные заводы выпускают червячные редуктора. Некоторые редуктора представлены на рис. 1. Наиболее известными зарубежными фирмами редукторостроения являются «Gudel», «Flender», «Wittenstein Alpha GmbH», «Henschel – Werke», «Getriebebau» (Германия), «Motovario», «S.T.M.», «Motive» (Италия), «Radicon david brown» (Великобритания), «Winsmith» (США), «TOS ZNOJMO» (Чехия) и др.

Широко используются в машиностроении России редуктора из Европы: Motovario, KEB, Nord, INNOVARI, IRWO, NRV, Atek, S, SL, STM, Unibloc, MI, XC, XF, MU, Varvel, SEW, LENZE, NORD, Bonfiglioli и др., для приводной и подъемной техники, винтовых домкратов TLS, H, X, K, малогабаритные UZP, прецизионные червячные редукторы производят фирмы «Gudel», «Alpha» – высокоточные редукторы

VDrive (рис. 2) и др. Новые серии червячных редукторов показаны на рис. 1., редукторы европейских фирм — на рис. 2.

Таким образом, предлагаемая рынком обновленная продукция заводов редукторостроения позволяет использовать в поворотных механизмах АЛ и КП более современные трансмиссии, включающие червячные передачи. Правильный выбор обеспечит снижение массы устройства и КПД передачи, повышение плавности движения, а также обеспечит предотвращение неконтролируемого поворота устройства, что обеспечит безопасность эксплуатации АЛ и КП.

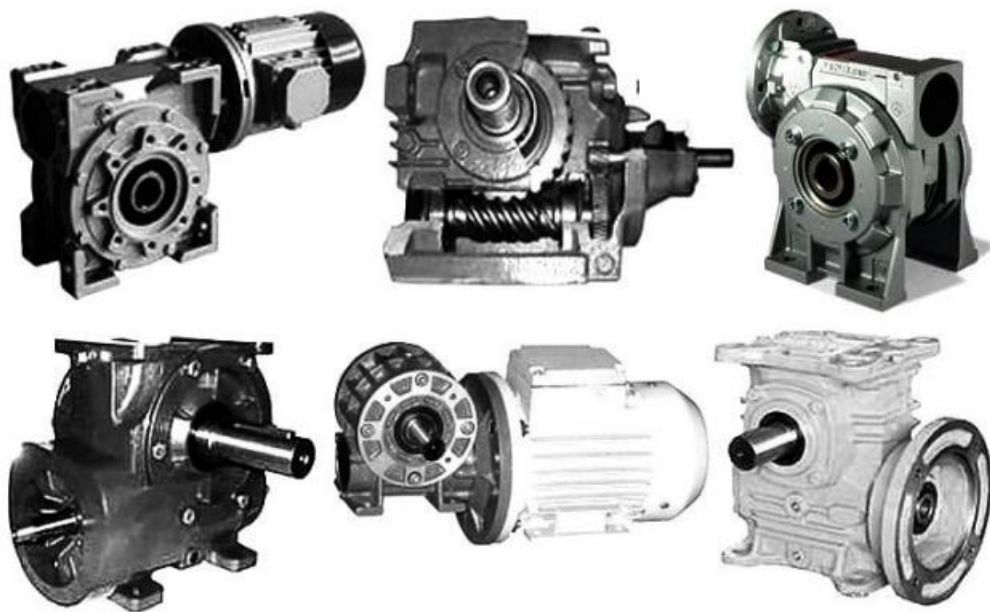


Рис. 1. Новые серии отечественных червячных редукторов



Рис. 2. Образцы новых конструкций червячных редукторов зарубежных фирм

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шалобаев, Е.В. Модернизированные редукторы отечественного производства /Е.В. Шалобаев // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. – 2010. - № 6-2 (284). - С.105-111.
2. Пат. № 802678 SU, МПК F16H/16. Червячная передача с локализованным пятном контакта / В.И. Парубец; опубл. 07.02.1981. – Бюл. №5 (51) – 5 с.
3. <https://izh-reduktor.ru/>

УДК 608.1

М. В. Гомонай

ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ И ОЦЕНКА ЕЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

В статье рассмотрен вопрос об управлении интеллектуальной деятельностью и оценке интеллектуальной собственности в вузах и других учреждениях МЧС России, занимающихся созданием новой аварийно-спасательной техники.

Ключевые слова: интеллектуальная деятельность, управление, оценка результатов, интеллектуальная собственность, научно-исследовательская работа.

M. V. Gomonaу

THE MANAGEMENT OF INTELLECTUAL ACTIVITIES AND THE EVALUATION OF ITS RESULTS IN DEVELOPING AWARE-PASTEL TECHNIQUE

The article deals with the issue of intellectual property management and intellectual property valuation in universities and other institutions of the Ministry of emergency situations engaged in the creation of new rescue equipment.

Keywords: intellectual activities, management, evaluation, intellectual property, scientific and islets work.

Интеллектуальная деятельность это умственный (мыслительный, духовный, творческий) труд человека в области науки, литературы, техники и искусства и художественного конструирования (дизайна).

Результатом интеллектуальной деятельности является выраженный в объективной форме ее продукт, именуемый в зависимости от его характера: открытия, изобретения, промышленные образцы, произведения науки, литературы и искусства, программы для ЭВМ, базы данных, секреты производства, товарные знаки и знаки обслуживания и др.[1,2]. Эти результаты являются объектами интеллектуальной собственности. Каждому из этих объектов присущи свои особые условия их охраноспособности и использования, а также осуществления защиты прав их авторов.

В вузах МЧС России, как и в других образовательных учреждениях, проводятся научные исследования, в которых участвуют студенты и курсанты, магистры, аспиранты, адъюнкты это научно-исследовательские работы прикладного характера (НИР и НИОКР) и инициативные (поисковые) работы в области создания новой аварийно-спасательной и пожарной техники.

Молодежь, как известно, свободна от предвзятости, она имеет свои взгляды на природу вещей, ей не присущи ограничения, у нее проявляется нестандартный подход к решению задач, что очень важно в современных условиях и в частности при выполнении аварийно-спасательных работ при чрезвычайных ситуациях с использо-

ванием современной техники. Благодаря молодым творческим людям и происходит движение вперед, поднимающее экономику на новую ступень развития. Как показывает опыт последних лет, вклад от внедрения разработок молодых новаторов оценивается во многие миллионы рублей. Кроме этого следует отметить, что творчество воспитывает человека. Новые идеи (научные, технические, социальные, гуманитарные) составляют богатство страны и в значительной мере определяют ее экономический, технический и культурный потенциал.

Воспитывать, развивать творческие способности обучаемых это одна из главных задач преподавательского состава вуза на это указывает и ФГОС ВО «Управление интеллектуальной собственностью» (приказ №179 Министерства образования и науки РФ от 12.03.2014г). Особенности выполнения НИР:

а) конечный результат никогда не бывает заранее известным точно, он может быть только предполагаемым;

б) установление достоверности любого научного предположения должно опираться только на факты;

в) результаты должны быть применимы и к другим аналогичным ситуациям.

Поисковое исследование это наиболее эффективная работа для молодежи. Такие исследования обычно продолжаются не более 1-2 лет и включают изучение научно-технической литературы и патентной информации по проблеме, проводятся аналитические расчеты и обоснования, выполняются эксперименты, изготавливаются макеты и разрабатываются модели. Поисковое исследование является основой для открытия НИР. Отсутствие в научно- учебном учреждении поисковых тем, как правило, означает тупик в его работе, т.е. нет перспектив в научном плане.

Управление интеллектуальной собственностью - это деятельность организующего, координирующего, аналитического характера, направленная на эффективное использование результатов интеллектуальной деятельности.

Система управления интеллектуальной собственностью представляет собой совокупность элементов и связей между ними, посредством которых осуществляется системное целенаправленное воздействие на процессы создания, идентификации, получения правовой охраны, ведения в хозяйственный оборот и получения от этого соответствующей прибыли. Критерии эффективности системы управления формируются с учетом соответствия достигаемых результатов установленным целям и соответствия процесса функционирования системы предъявляемым требованиям.

При сравнении различных вариантов осуществления системы управления интеллектуальной собственностью необходимо принимать во внимание возможность наиболее полного и рационального достижения конечных целей при относительно меньших затратах на ее функционирование.

Основные цели управления:

-накопление и приумножение интеллектуального капитала как для страны в целом, так и для отдельных субъектов хозяйствования;

-обеспечение конкурентных преимуществ на рынках товаров и услуг;

-повышение эффективности научно-технической и производственно-хозяйственной деятельности организаций, рост национальной экономики и укрепление ее экспортного потенциала.

Главные задачи:

- развитие законодательной, с учетом международных стандартов и нормативной правовой базы обеспечивающей эффективную охрану и защиту прав интеллектуальной собственности;
- стимулирование коммерциализации перспективных научно-технических разработок, содержащих запатентованные объекты промышленной собственности;
- развитие инфраструктуры обеспечивающей полноценную подготовку, переподготовку и повышение квалификации руководящих работников и специалистов в сфере ИС;
- повышение эффективности решения вопросов охраны, в том числе на внешних рынках ИС и управления ею на уровне конкурентных организаций;
- проведение мониторинга состояния правовой охраны и использование объектов ИС в сфере высоких технологий и др. приоритетных направлений инновационной деятельности;

Уровни управления интеллектуальной собственностью: национальный, отраслевой, корпоративный и международный.

Для организации процесса управления можно воспользоваться некоторыми базовыми принципами, а именно:

- а) понять роль интеллектуальной собственности в деятельности предприятия;
- б) придерживаться баланса субъектов права интеллектуальной собственности;
- в) включить интеллектуальную собственность в план развития предприятия;
- г) выявить собственные объекты интеллектуальной собственности;
- д) изучить информацию об интеллектуальной собственности конкурентов;
- е) решить вопрос о необходимости приобретения прав на заинтересовавшиеся объекты;
- ж) оценить экономическую эффективность собственной интеллектуальной деятельности;
- з) рассмотреть вопрос о создании группы творческих и целеустремленных сотрудников и др.

Интеллектуальная собственность (ИС) включает промышленную собственность, авторское право и смежные права[1,2].

В настоящее время нет единой **методики оценки ИС**. Оценка зависит от многих внешних факторов как субъективных, так и объективных, причем субъективные факторы являются определяющими.

Оценку интеллектуальной собственности можно обозначить как процесс установления (в денежном выражении) полезности результатов интеллектуальной деятельности и приравненных к ним средств индивидуализации юридического лица, индивидуализации продукции, выполняемых работ или услуг.

Оценка прав ИС в числовом эквиваленте встречается при определении ущерба, нанесенного правообладателю, и при внесении вклада в виде прав ИС в уставной капитал создаваемого предприятия.

В лицензионных и авторских договорах часто используются комбинированные формы расчета, когда часть выплат осуществляется сразу после заключения договора в виде паушального платежа, а часть в виде роялти, выплачиваемого по мере реализации продукции, производимой по лицензии.

К выплатам в виде роялти могут быть отнесены:

- отчисления от общего объема реализуемой лицензируемой продукции за определенный период;
- отчисления в виде фиксированной суммы с каждой реализуемой лицензированной продукцией;
- отчисления в виде фиксированного процента от цены каждой реализуемой лицензируемой продукции.

Величина этих выплат определяется в процессе переговоров о цене с учетом различного рода рисков.

Главные принципы ценообразования ОИС:

- а) комплексный учет издержек, ценности для покупателя, влияния конкуренции;
- б) учет только релевантных издержек;
- в) учет факторов, определяющих чувствительность покупателя к цене ОИС;
- г) применение адекватных методов выделения доли ИС в общей стоимости или прибыли от использования комплексного объекта.

Оценивание стоимости объекта можно разделить на три группы: **обязательная, прогнозируемая и договорная.**

Основные подходы к оценке стоимости ОИС: *доходный, затратный, сравнительный и упрощенный.*

Доходный подход является основным при определении рыночной стоимости интеллектуальной собственности (нематериальных активов).

Сложность оценки объектов интеллектуальной собственности обусловлена, в первую очередь, трудностями количественного определения результатов коммерческого использования данного объекта, находящегося на той или иной стадии разработки, промышленного освоения или использования, в силу влияния многих, порой разнонаправленных по своему воздействию факторов.

Коммерциализация объектов интеллектуальной собственности – это взаимовыгодные (коммерческие) действия всех участников процесса, который превращает результаты интеллектуальной собственности в рыночный товар.

В ФЗ-217 [3] прямо указано, что при упрощенной процедуре учредительства бюджетные организации, в т.ч. вузы, имеют право создавать хозяйственные общества. Деятельность этих обществ заключается в практическом применении (внедрении) результатов интеллектуальной деятельности.

В АГЗ МЧС России, для повышения творческой активности обучаемых, организованы научно-практические конференции (например, «Первые шаги в науку» для 1-и 2 курсов студентов и курсантов) и конкурсы («Лучшая научная работа среди обучаемых»; «Лучший молодой новатор»; «Лучший научный кружок»), а также проводятся научно-практические семинары и олимпиады.

Кроме этого в учебном плане предусмотрены дисциплины «Основы патентной и изобретательской деятельности» и «Организация патентно-лицензионной и изобретательской деятельности». Обучение уже дало положительные результаты[4]. Новые разработки курсанты и студенты представляли на международных выставках, таких как «Комплексная безопасность», «Архимед» и других межвузовских конкурсах, где были отмечены дипломами и кубками.

Для оказания помощи по защите результатов интеллектуальной деятельности необходимо создать в вузах МЧС патентно-лицензионную службу, которая помогала бы выявлять новые решения, определять новизну и изобретательский уровень,

оформлять заявочные материалы, рекламировать новые разработки, проводить моральное и материальное стимулирование авторов, защищать новые разработки на международном уровне.

Защита результатов интеллектуальной деятельности имеет ряд преимуществ по сравнению с неохраняемыми результатами интеллектуальной деятельности, а именно:

- а) монопольное положение на рынке и освобождение от ограничений в бизнесе;
- б) продукт обладает новизной, что обеспечивает большой спрос и объем реализации;
- в) создание и развитие новых форм предпринимательской деятельности (коммерческая концессия, совместные предприятия и пр.);
- г) включение ОИС в состав нематериальных активов предприятия и повышение его стоимости;
- д) быстрый рост деловой репутации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский кодекс РФ, Часть 4.
2. Патентный закон РФ №3517-1 от 23.08.1992 г. с изменениями по ФЗ №22 от 7.02.2003 г.
3. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» от 02.08.2009 N 217-ФЗ (последняя редакция).
4. *Гомонай М.В.* Законодательная база в области защиты результатов интеллектуальной деятельности. Сб. материалов XI МНПК «Пожарная и аварийная безопасность». Иваново, ПСА ГПС МЧС России, 24-25 ноября 2016 г. С.4-7.

УДК 614.847.79

Р. М. Горбунов, Е. М. Ермолина, А. Д. Семенов, М. С. Кнутов
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О НЕОБХОДИМОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСА РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

В работе показано, что работоспособность оборудования в технике характеризуется надежностью, которая достигается за счет своевременного и качественного проведения регламентных работ по техническому обслуживанию и ремонту. Однако на элементах оборудования ГАСИ, отсутствуют устройства, позволяющие контролировать наработку инструмента. В связи с этим разработка систем контроля наработки ГАСИ, является актуальной задачей.

Ключевые слова: гидравлический аварийно-спасательный инструмент, эксплуатация.

R. M. Gorbunov, E. M. Ermonina, A. D. Semenov, M. S. Knutov

ABOUT NEED OF DETERMINATION OF SERVICE LIFE OF THE HYDRAULIC RESCUE TOOL

In work it is shown that operability of the equipment in equipment is characterized by reliability which is reached due to timely and qualitative carrying out routine maintenance and repair works. However on elements of the equipment of the hydraulic rescue tool there are no devices allowing to control operating time of the tool. In this regard, the development of monitoring systems of hydraulic rescue tools is an urgent task.

Keywords: hydraulic rescue tools, exploitation.

Природные катастрофы и промышленные аварии сопровождаются разрушением зданий, сооружений, при проведении работ по спасению людей, пострадавших от природных и техногенных катастроф, аварий, пожаров и других ЧС, спасателям приходилось работать непосредственно руками или пользоваться теми средствами, которые оказывались под рукой: ломом, лопатой и т.п. В такой ситуации работы по спасению пострадавших затягивались на долгие часы, а иногда и сутки. Это приводило к тому, что спасти живыми удавалось не многих [1].



Рисунок. Выполнение АСР при помощи гидравлического аварийно-спасательного инструмента

Для успешного решения этой проблемы спасателям, пожарным, работникам других служб, участвующим в ликвидации последствий ЧС, необходимо иметь специальный инструмент — легкий, мощный, малогабаритный, который можно быстро и любым транспортом доставить к месту катастрофы. При этом он должен быть всегда готов к применению, не требовать внешних источников энергии, обладать способностью поднимать и перемещать бетонные плиты и другие строительные конструкции, разрушать металлоконструкции, корпуса транспортных средств и выполнять множество других работ (различных по характеру и объему) в сжатые сроки. Особенно актуальной эта проблема становится при спасении людей, попавших в автомобильную,

железнодорожную или авиационную катастрофу, когда пострадавший оказывается зажатым в транспортном средстве, как в тисках, и извлечь его оттуда подручными средствами невозможно, а подчас и опасно. В такой ситуации для деблокирования пострадавших и разборки завалов более всего подходит гидравлический аварийно-спасательный инструмент (ГАСИ), созданный в последние десятилетия.

На сегодняшний день в подразделениях пожарной охраны используется гидравлический инструмент марок: «СПРУТ», «МЕДВЕДЬ», «Holmatro», «HURST» и «WEBER-HYDRAULIR». Данные фирм имеют широкий товарный ряд гидравлического аварийно-спасательного инструмента.

В ходе спасательных операций ГАСИ используется для деблокирования пострадавших в завалах, извлечения людей из деформированных транспортных средств, из-под обломков строительных конструкций и т.п. Разборка завалов и конструкций с применением образцов гидравлического инструмента предполагает выполнение операций по резке (перекусыванию) металлоконструкций и арматуры, по подъему и сдвигу смещению различных элементов строительных конструкций зданий и промышленных изделий.

Эксплуатация ГАСИ заключается в контроле его технического состояния и обеспечении готовности для производства аварийно-спасательных работ (АСР). Содержание и ремонт ГАСИ - это комплекс мероприятий, направленных на поддержание и восстановление первоначальных эксплуатационных качеств и обеспечение постоянной эксплуатационной готовности [2, 3].

Эксплуатационное содержание включает в себя работы, направленные на обеспечение функционального назначения элементов ГАСИ, а также мероприятия по проверке и оценке их состояния, а именно:

- систематический контроль (инспектирование с проверкой работоспособности);
- детальный осмотр, контроль, в том числе инструментальный, и выполнение работ по содержанию;
- выполнение регламентных работ.

Систематический контроль включает мероприятия, необходимые для проверки и оценки эксплуатационного состояния ГАСИ, как плановые - ежедневная проверка работоспособности при приеме дежурства, так и внеплановые, т.е. вызванные аварийными и другими обстоятельствам - осмотр и проверка работоспособности после проведения АСР.

Ремонт, заключается в устранении дефектов, с целью восстановления работоспособности ГАСИ, а затем и достижение полной исправности. Работа с аварийно-спасательными инструментами требует определенного обучения и навыка [1, 5]. Поддержание аварийно-спасательного инструмента в исправном состоянии достигается своевременным проведением работ по техническому обслуживанию, однако данные по наработке ГАСИ в подразделениях не всегда являются достоверными для определения временных показателей ремонта и технического обслуживания.

Работоспособность оборудования в технике характеризуется надежностью, которая достигается за счет своевременного и качественного проведения регламентных работ по техническому обслуживанию и ремонту. Однако на элементах оборудования ГАСИ, отсутствуют устройства, позволяющие контролировать наработку инструмента. В связи с этим разработка систем контроля наработки ГАСИ, является актуальной задачей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богомолов, М.В.* Гидравлический аварийно-спасательный инструмент./Богомолов М.В., Березин В.В., Федотов Е.В.М.: ИИГПС МЧС России,2009.
2. ГОСТ 50982-2009 «Инструмент для проведения специальных работ на пожарах».
3. *Малкин В.С.* Надежность технических систем и техногенный риск. / В.С. Малкин. – Ростов н/Д.: Феникс, 2010.
4. *Солодников В.В.* Устройства и элементы систем автоматического регулирования и управления. / Солодников В.В. [и д.р.] – М.: Машиностроение, 1976.
5. *Степанов А.С.* Гидравлический аварийно-спасательный инструмент в схемах и таблицах. / А.С. Степанов- М.: 2008.

УДК 621

К. Н. Ермакова, А. В. Красильникова, В. В. Киселев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОИСК ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ ПРОЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Различные виды деревянных конструкций успешно применяются в современном строительстве. Из дерева возводятся покрытия, перекрытия, стены и перегородки зданий и многие инженерные сооружения, несущие на себе значительные нагрузки. Деревянные конструкции подвергаются различному внешнему воздействию: увлажнению, высушиванию, механическим повреждениям. Надежность деревянных конструкций определяется их прочностными свойствами. В работе приведены результаты исследований прочностных свойств хвойных пород древесины в зависимости от различных внешних факторов.

Ключевые слова: древесина, конструкция, прочность, механическое повреждение, влажность.

К. N. Ermakova, A. V. Krasilnikova, V. V. Kiselev

SEARCH FOR THE CAUSES OF REDUCTION OF STRENGTH AND RELIABILITY OF ELEMENTS OF WOODEN CONSTRUCTIONS

Various types of wooden structures are successfully used in modern construction. Wood is used to build coatings, ceilings, walls and partitions of buildings and many engineering structures that carry significant loads. Wooden structures are exposed to various external influences: humidification, drying, mechanical damage. The reliability of wooden structures is determined by their strength properties. The paper presents the results of studies on the strength properties of coniferous species of wood, depending on various external factors.

Keywords: wood, construction, strength, mechanical damage, humidity.

Различные виды деревянных конструкций успешно применяются в современном строительстве. Из дерева возводятся покрытия, перекрытия, стены и перегородки зданий и многие инженерные сооружения, несущие на себе значительные нагрузки

[1]. Надежность, долговечность и безопасность эксплуатации элементов конструкций, выполненных из древесины различных пород, прежде всего определяется их прочностными характеристиками. В процессе эксплуатации деревянные элементы конструкций или детали подвергаются механическим воздействиям – ударам, срезам, проколам и т.д. Каким же образом влияет наличие механических повреждений на прочностные свойства деревянных деталей, попытаемся разобраться в данной работе.

Оценку прочностных характеристик деревянных образцов, а именно определение предела прочности на сжатие, производили по стандартной методике. Было изготовлено шесть деревянных образцов кубической формы размером 50x50x50 мм. При испытании на сжатие пользуются образцами небольшой высоты, которые сжимают между плоскими плитами испытательной машины. При испытаниях приходится считаться с двумя обстоятельствами: силами трения, возникающими между торцами образца и плитами испытательной машины, и возможностью изгиба образца. Влияние сил трения уменьшается с увеличением высоты образца, но во избежание искривления необходимо применять короткие образцы.

Один из образцов приняли за эталон. В данном образце отсутствовали различные механические повреждения, сучки, образец не подвергался воздействию перегревов и не находился в условиях повышенной влажности. Другие два образца подвергались механическим воздействиям, в них были просверлены по одному отверстию диаметром 8 мм. В первом из них отверстие просверлено вдоль волокон образца, в другом поперек волокон (рис. 1). Эти отверстия уменьшают площади поперечных сечений образцов, имитируя тем самым наличие в них различных возможных механических повреждений.



Рис. 1. Сверление образцов вдоль и поперек волокон

Четвертый образец подвергался воздействию воды. Образец опускался в водную среду на 3 часа, после чего производилось испытание на прочность. Пятый образец нагревался в муфельной печи при температуре 60 °С. Таким образом, при проведении испытаний на прочность деревянных образцов мы постарались учесть различные ситуации, которые могут возникать при эксплуатации деревянных конструкций – нагреву от солнечных лучей, увлажнению вследствие осадков, наличию различных механических повреждений (рис. 2).

Испытания прочностных свойств деревянных деталей производим на гидравлическом прессе ПСУ-10 (рис. 3). Гидравлический пресс ПСУ-10 способен развивать нагрузку на испытуемый объект до 10 тонн.

Подготовленные образцы устанавливались на нижнюю опорную плиту, после чего фиксировались верхней плитой (рис. 4). Значение нагрузки, прикладываемое к испытуемым образцам, повышалось медленно до наступления предельного состояния, характеризующего треском древесины и началом движения стрелки динамометра к нулю.

Для каждого образца определялись значения предельных напряжений на сжатие и изучались характер их разрушений (рис. 5).



Рис. 2. Подготовка образцов к испытаниям



Рис. 3. Пресс гидравлический ПСУ-101ё



Рис. 4. Проведение испытания образца на прочность



Рис. 5. Образцы после проведенных испытаний

Перейдем к анализу результатов, полученных в ходе испытаний. Первый образец (эталон) выдержал до начала разрушения нагрузку 35600 Н, предельное напряжение составило значение $\sigma = 14,5$ МПа. Вторыми проходили испытание образцы с просверленными отверстиями. Значения предельных нормальных напряжений для этих образцов составили соответственно при сверлении вдоль волокон 14,4 МПа, поперек волокон 4 МПа. Образец подвергшейся сушке показал значение предельной прочности 5,5 МПа, тогда как образец увлажненный – 14,6 МПа. Полученные результаты испытаний представим в таблице.

Таблица. Результаты испытаний

№ п/п	Вид образца	Площадь сечения образца, мм ²	Предельная нагрузка, Н	Предельная прочность, МПа
1	Эталонный образец	2496	35600	14,5
2	Образец с просверленным отверстием вдоль волокон	2000	28000	14,4
3	Образец с просверленным отверстием поперек волокон	1989	7800	4
4	Образец после сушки	2295	13000	5,5
5	Образец после увлажнения	2597	37916	14,6

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1) Наличие в деревянных конструкциях незначительных повреждений в виде отверстий и т.д., совпадающих по направлению с волокнами древесины, не снижают их прочности и надежности.

2) Эксплуатация деревянных конструкций в условиях повышенной влажности также не приводит к снижению прочности.

3) Прочность и надежность деревянных конструкций существенно снижается при условии их длительного нахождения в условиях повышенных температур, а также при наличии механических повреждений в виде отверстий, пропилов и т.д. перпендикулярных волокнам древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев В.В. О проведении исследований прочностных характеристик деревянных конструкций при решении задач прикладной механики. // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2017 г. – № 71-1.

2. Киселев В.В. Определение наиболее опасного сечения бруса при деформации растяжение - сжатие // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2016 г. – № 56.

3. Киселев В.В. Использование интерактивных форм обучения для формирования профессионально-значимых качеств обучающихся // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2016 г. – № 54.

4. F. F. [Wangaard](#) The mechanical properties of wood. 1950 pp.12 + 377 pp. ref.Many refs.

5. V. Glass, L. Zelinka Moisture relations and physical properties of wood. // Handbook: wood as an engineering material: chapter 4. Centennial ed. General technical report FPL; GTR-190. – Madison, WI : U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010. – p. 4.1-4.19.

УДК 519.6

М. Г. Есина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СПЛАЙН-АППРОКСИМАЦИЯ ПРОГРАММНОЙ ТРАЕКТОРИИ МЕХАНИЗМА

В данной статье ставится задача построения программной траектории, которая заключается в том, чтобы по заданному перемещению рабочего органа механизма определить изменения обобщенных координат, осуществляющие это перемещение. Реализация данного алгоритма дает возможность автоматизировать процесс программирования манипулятора.

Ключевые слова: кусочно-полиномиальная аппроксимация, программная траектория, механизм.

M. G. Esina

SPLINE APPROXIMATION OF SOFTWARE TRAJECTORY MECHANISM

In this article, the task is to construct a program trajectory, which consists in determining the changes in generalized coordinates that carry out this movement for a given displacement of the mechanism of the mechanism. The implementation of this algorithm makes it possible to automate the process of manipulator programming.

Keywords: piecewise polynomial approximation, program path, mechanism.

Для решения задачи предварительно построено дискретное приближение программной траектории в виде последовательности точек

$$\mathbf{q}^0 = (q_1^0; q_2^0), \mathbf{q}^1 = (q_1^1; q_2^1), \dots, \mathbf{q}^N = (q_1^N; q_2^N)$$

на отрезке времени $[t_1, t_N]$ в пространстве обобщенных координат.

Для формирования управляющих сигналов приводов по заданному дискретному множеству значений обобщенных координат механизма решаются следующие две задачи:

1. Определение продолжительности управления и разбиения полученного интервала на необходимое число интервалов.

2. Кусочно-полиномиальная аппроксимация программной траектории.

Для решения задачи разбиения используется метод последовательных приближений [1]. Приемлемые значения узлов интерполяции можно определить по следующим формулам:

$$t_k = t_{k-1} + \max_{i \in [1, N]} \frac{|q_i^k - q_i^{k-1}|}{|\dot{q}_{i \max}|_i}, k = 1, 2, \dots, N + 1, \quad (1)$$

где $\dot{q}_{i \max}$ - максимальная допустимая скорость движения i -го привода.

Задача интерполяции решается на основе приближения управляющих сигналов сплайнами. Так как исполнительный механизм с приводами представляет собой сложную динамическую систему, способную обрабатывать плавно изменяющиеся управляющие сигналы, то сплайны выбираются достаточно высокого порядка. В противном случае, если, например, аппроксимирующая функция выбрана в виде сплайна первого порядка, точная реализация такой траектории может вызывать резкий скачок ускорений. Поэтому с целью обеспечения более высокого качества управления используются сплайны более высокого порядка.

Сформулируем условие задачи:

при заданной дискретной программной траектории $\mathbf{q}^0, \mathbf{q}^1, \dots, \mathbf{q}^N$ и при известных интервалах времени h_1, h_2, \dots, h_N , где h_k – время прохождения k -го участка искомой траектории от точки \mathbf{q}^{k-1} до точки \mathbf{q}^k построить программную траекторию как функцию времени, удовлетворяющую следующим условиям: $\mathbf{q}(t_k) = \mathbf{q}^k, k=0, 1, \dots, N$,

$$\dot{\mathbf{q}}(t_0) = \dot{\mathbf{q}}^0, \dot{\mathbf{q}}(t_T) = \dot{\mathbf{q}}^N, \ddot{\mathbf{q}}(t_0) = \ddot{\mathbf{q}}^0, \ddot{\mathbf{q}}(t_N) = \ddot{\mathbf{q}}^N, T = \sum_{k=1}^N h_k, h_k = t_{k+1} - t_k. \quad (2)$$

Для любого отрезка искомой программной траектории имеем на каждом отрезке ограничения на обобщенные координаты, скорости и ускорения их изменения. При этом для промежуточных участков траектории ограничения на скорости и ускорения являются условиями непрерывности. Таким образом имеется 4 ограничения на каждом из промежуточных участков траектории и 5 ограничений на начальном и конечном участках траектории.

Рассмотрим задачу о приближении функции $\mathbf{q}(t)$ на отрезке времени

$[t_1, t_N]$, разбитом на интервалы $h_1, h_2, \dots, h_N, h_i = t_{i+1} - t_i$.

Будем искать приближение в классе сплайнов порядка m :

$$\mathbf{q}^k(t) = \sum_{j=0}^m a_{j,k} \cdot t^j, t \in h_k.$$

Численное моделирование движения выходного звена механизма по назначенной траектории проведем для механизма, схема которого представлена на рис. 1.

Пусть выходное звено механизма (точка А на рис. 1) должно осуществить движение по заданной траектории за период времени $T=2$ секунды.

Для решения задачи предварительно построено дискретное приближение программной траектории в виде последовательности точек

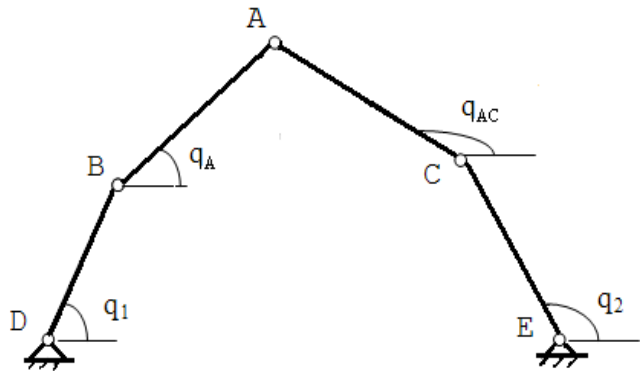


Рис. 1. Схема механизма

$$\mathbf{q}^0 = (q_1^0; q_2^0), \mathbf{q}^1 = (q_1^1; q_2^1), \dots, \mathbf{q}^N = (q_1^N; q_2^N)$$

на отрезке времени $[t_1, t_N]$ в пространстве обобщенных координат.

Постановка задачи:

на заданном промежутке времени необходимо провести построение программных траекторий для обобщенных координат, то есть по заданному перемещению рабочего органа механизма определить изменения обобщенных координат, осуществляющих это перемещение.

Для решения задачи построим дискретное приближение программной траектории в виде последовательности точек на отрезке времени $[0, 2]$ в пространстве обобщенных координат. Приведем значения обобщенных координат, которые найдены по заданному закону движения выходного звена. Значения векторов обобщенных координат q_1 и q_2 в точках из отрезка времени $[t_1, t_N]$ представлены на рис. 2.

$t :=$	$\left(\begin{array}{c} 0 \\ 0.1 \\ 0.2 \\ 0.3 \\ 0.4 \\ 0.5 \\ 0.6 \\ 0.7 \\ 0.8 \\ 0.9 \\ 1 \\ 1.1 \\ 1.2 \\ 1.3 \\ 1.4 \\ 1.5 \\ 1.6 \\ 1.7 \\ 1.8 \\ 1.9 \\ 2 \end{array} \right)$	$q_1 :=$	$\left(\begin{array}{c} 2.8822 \\ 2.8745 \\ 2.8513 \\ 2.8127 \\ 2.7589 \\ 2.6902 \\ 2.6147 \\ 2.54 \\ 2.4663 \\ 2.3936 \\ 2.3216 \\ 2.2503 \\ 2.1795 \\ 2.1088 \\ 2.038 \\ 1.9667 \\ 1.9016 \\ 1.8501 \\ 1.8126 \\ 1.7899 \\ 1.7823 \end{array} \right)$	$q_2 :=$	$\left(\begin{array}{c} 1.1543 \\ 1.1487 \\ 1.1321 \\ 1.1048 \\ 1.0677 \\ 1.0221 \\ 0.9745 \\ 0.9303 \\ 0.8896 \\ 0.8528 \\ 0.82 \\ 0.7911 \\ 0.7664 \\ 0.7458 \\ 0.7294 \\ 0.7172 \\ 0.7099 \\ 0.7065 \\ 0.7055 \\ 0.7053 \\ 0.7054 \end{array} \right)$
--------	---	----------	---	----------	--

Рис. 2. Значения векторов обобщенных координат q_1 и q_2

Найдем начальные и конечные условия для угловой скорости и углового ускорения вектора обобщенных координат на основе решения обратной задачи кинематики. Получаем следующие условия:

$$\mathbf{q}(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{q}(2) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \dot{\mathbf{q}}(0) = \begin{bmatrix} -1.546 \\ -1.124 \end{bmatrix}, \quad \dot{\mathbf{q}}(2) = \begin{bmatrix} 1.5315 \\ -0.0143 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Так как программное движение точки А выходного звена механизма должно осуществляться по прямой линии, при этом скорость и ускорение этой точки имеют промежутком постоянства своих значений интервал времени от

$t_1 = 0.5$ секунд до $t_2 = 1.5$ секунды, то достаточно рассмотреть три основных промежутка, полученных разбиением точками t_1 и t_2 заданного времени T .

Будем искать приближение в классе сплайнов порядка m :

$$\mathbf{q}^k(t) = \sum_{j=0}^m a_{j,k} \cdot t^j, t \in h_k$$

На начальном и конечном промежутках разбиения будем искать приближение программной траектории в классе сплайнов четвертого порядка:

$$\begin{aligned} q_1^1(t) &= a_{0,1} + a_{1,1} \cdot t + a_{2,1} \cdot t^2 + a_{3,1} \cdot t^3 + a_{4,1} \cdot t^4, \text{ где } t \in [0, 0.5], \\ q_2^1(t) &= d_{0,1} + d_{1,1} \cdot t + d_{2,1} \cdot t^2 + d_{3,1} \cdot t^3 + d_{4,1} \cdot t^4, \text{ где } t \in [0, 0.5], \\ q_1^3(t) &= a_{0,3} + a_{1,3} \cdot t + a_{2,3} \cdot t^2 + a_{3,3} \cdot t^3 + a_{4,3} \cdot t^4, \text{ где } t \in [1.5, 2], \\ q_2^3(t) &= d_{0,3} + d_{1,3} \cdot t + d_{2,3} \cdot t^2 + d_{3,3} \cdot t^3 + d_{4,3} \cdot t^4, \text{ где } t \in [1.5, 2]. \end{aligned}$$

На промежутке $[0.5, 1.5]$ аппроксимирующая функция выбрана в виде сплайна третьего порядка:

$$\begin{aligned} q_1^2(t) &= a_{0,2} + a_{1,2} \cdot t + a_{2,2} \cdot t^2 + a_{3,2} \cdot t^3, \text{ где } t \in [0.5, 1.5], \\ q_2^2(t) &= d_{0,2} + d_{1,2} \cdot t + d_{2,2} \cdot t^2 + d_{3,2} \cdot t^3, \text{ где } t \in [0.5, 1.5]. \end{aligned}$$

В результате вычислений, используя условия (3) получили следующие матрицы A и D коэффициентов полиномов:

$$A = \begin{bmatrix} 2.882 & 3.095 & 0.967 \\ 5.83 \cdot 10^{-4} & -0.862 & -0.72 \\ -0.775 & 0.118 & 0.644 \\ -8.33 \cdot 10^{-3} & -0.03 & 0.113 \\ 0.042 & 0 & -0.02 \end{bmatrix}, D = \begin{bmatrix} 1.154 & 1.312 & 0.717 \\ -9.71 \cdot 10^{-4} & -0.66 & -0.1 \\ -0.545 & 0.118 & 0.311 \\ -0.068 & -0.03 & -0.42 \\ 0.208 & 0 & 0.208 \end{bmatrix}.$$

Графики аппроксимирующих функций для дискретного множества значений обобщенных координат при заданном законе движения выходного звена механизма представлены на рис. 3.

Так как сплайны, построенные на трех участках разбиения, удовлетворяют условию непрерывности, то, объединяя их, получаем для каждой из обобщенных координат по одной непрерывной кривой на всем промежутке $[0, 2]$. Как видно из представленных графиков, аппроксимирующие функции проходят с высокой точностью через все заданные точки дискретного приближения. Аппроксимация выполнена с высокой точностью приближения к опытным данным, что подтверждается вычислением среднего значения суммы квадратов отклонений значений аппроксимирующих функций от табличных данных.

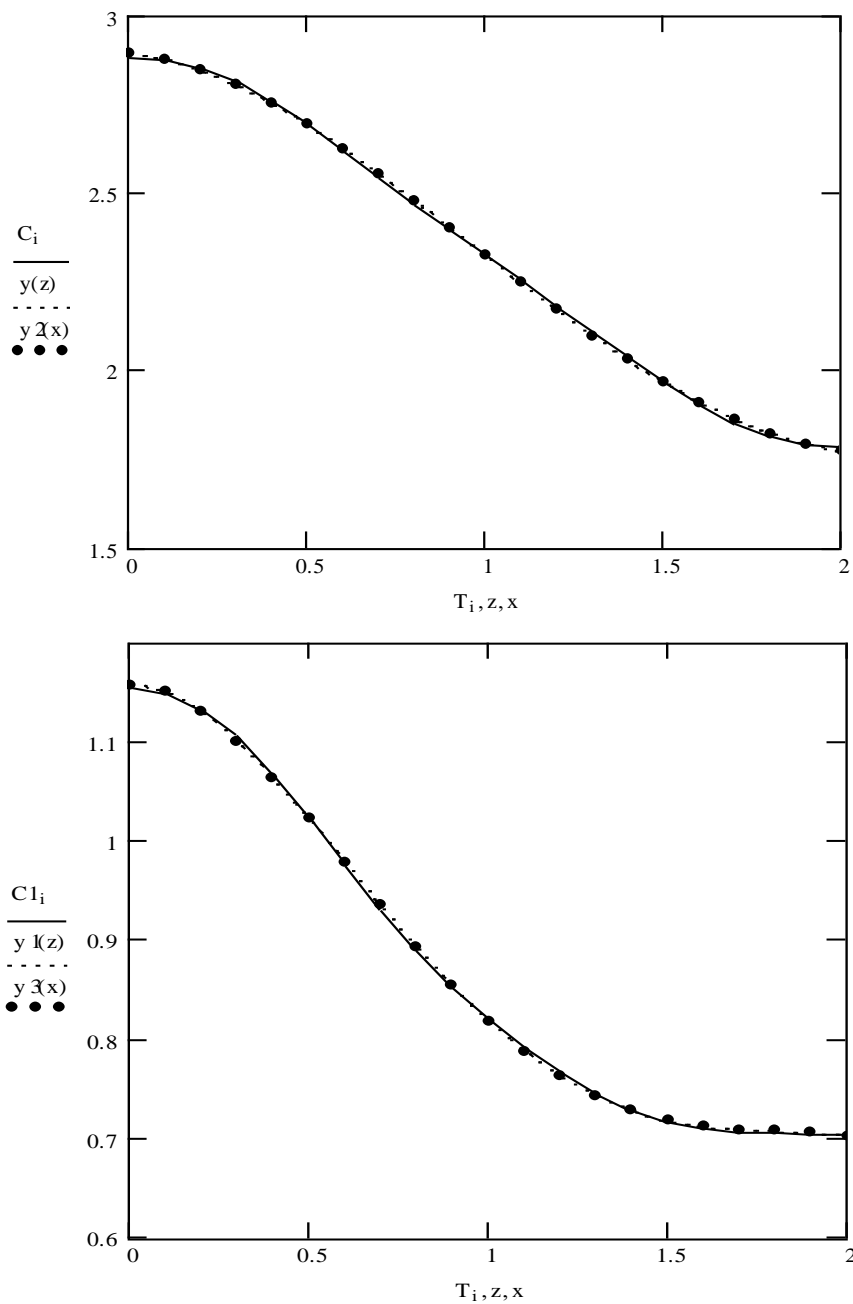


Рис. 3. Сплайн – функции для приближений значений обобщенных координат q_1 и q_2 на отрезке времени $[0, 2]$

На каждом из участков аппроксимации величина отклонений вычисляется по следующим формулам:

$$\sigma_{11} = \frac{\sum_{i=0}^5 [q1_i - q_1^1(t_i)]^2}{6}, \quad \sigma_{21} = \frac{\sum_{i=0}^5 [q2_i - q_2^1(t_i)]^2}{6} \quad \text{при } t \in [0, 0.5],$$

$$\sigma_{12} = \frac{\sum_{i=5}^{15} [q1_i - q_1^2(t_i)]^2}{11}, \sigma_{22} = \frac{\sum_{i=5}^{15} [q2_i - q_2^2(t_i)]^2}{11} \text{ при } t \in [0.5, 1.5], \sigma_{13} = \frac{\sum_{i=15}^{20} [q1_i - q_1^3(t_i)]^2}{6}$$

$$, \sigma_{23} = \frac{\sum_{i=15}^{20} [q2_i - q_2^3(t_i)]^2}{6} \text{ при } t \in [1.5, 2].$$

В ходе численного эксперимента получены следующие значения для средних значений квадратов отклонений:

$$\sigma_{11} = 2.381 \cdot 10^{-10}, \sigma_{21} = 2.646 \cdot 10^{-11} \text{ при } t \in [0, 0.5],$$

$$\sigma_{12} = 2.201 \cdot 10^{-8}, \sigma_{22} = 7.641 \cdot 10^{-9} \text{ при } t \in [0.5, 1.5],$$

$$\sigma_{13} = 5.357 \cdot 10^{-10}, \sigma_{23} = 9.524 \cdot 10^{-10} \text{ при } t \in [1.5, 2].$$

Таким образом, в данной статье получены следующие результаты.

Решена задача построения программных траекторий, которая заключается в том, чтобы по заданному перемещению рабочего органа механизма определить изменения обобщенных координат, осуществляющие это перемещение. Задача решена с помощью сплайн – аппроксимации дискретного множества значений обобщенных координат при заданном законе движения выходного звена механизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев А. С., Перегудова О. А. О стабилизации программных движений голономной механической системы // XII Всероссийское совещание по проблемам управления (ВСПУ-2014, Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН). Москва: Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2014. С. 1840–1843.

УДК 608.1

Д. Ю. Захаров, О. Г. Волков

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ПОИСКА ПОСТРАДАВШИХ

В статье рассматривается разработка современного беспилотного летательного аппарата. Отличительной способностью которого является не только обнаружение пострадавшего в условиях чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, но и возможностью сбрасывания полезного груза.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, сигнал, пострадавший, поисково-спасательные работы, оператор.

D. Y. Zakharov, O. G. Volkov

DEVELOPMENT OF ENGINEERING-TECHNICAL DECISIONS FOR IMPROVEMENT OF A FREE-FLIGHT VEHICLE TO SEARCH FOR SUFFERED

The article deals with the development of a modern unmanned aerial vehicle. Distinctive ability of which is not only the detection of the person injured in emergencies of anthropogenic and natural character, but also the possibility of dropping the payload.

Keywords: unmanned aerial vehicle, signal, injured, search and rescue operations, operator.

Важность и сложность решения стоящих перед Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - МЧС России) задач определяется специфическими особенностями Российской Федерации: обширной территорией, относительно низкой средней плотностью населения и высокой его концентрацией в крупных городах, наличием регионов регулярных природных чрезвычайных ситуаций (далее - ЧС) (землетрясений, наводнений, тайфунов и ураганов, крупных лесных пожаров, оползней, схода снежных лавин и др.).

Потенциальную опасность представляет значительная изношенность жилищного фонда, являющаяся причиной возникновения больших пожаров, вызывающих многочисленные человеческие жертвы и существенные материальные потери.

Относительная ограниченность людских ресурсов МЧС России, необходимость сохранения здоровья и жизни самих спасателей в сложных условиях крупных техногенных катастроф с радиоактивными, химическими и биологическими объектами требуют поиска наиболее эффективных путей улучшения работы по предупреждению, выявлению, локализации ЧС и ликвидации их последствий [3].

В указанных условиях перспективным будет использование новейших технологий, комплексного применения сил и средств, а также методов, направленных на предупреждение, выявление и локализацию ЧС на ранних стадиях их возникновения и распространения.

Для мониторинга потенциально опасных территорий и зон промышленных объектов целесообразно использовать роботизированные системы, способные в реальном масштабе времени передавать соответствующим органам управления информацию об их состоянии для принятия оперативных и адекватных мер [1,2,4].

Применение и использование воздушных робототехнических комплексов в интересах МЧС России является перспективным направлением. Многообещающие разработки беспилотных летательных аппаратов (далее - БПЛА) в дальнейшем могут заменить самолеты и вертолеты при реализации задач, связанных с риском для жизни экипажей и с возможной потерей дорогостоящей пилотируемой авиационной техники.

Цель работы: создания комбинированной конструкции беспилотного летательного аппарата, способного работать длительный период времени и решать задачи по поиску и обнаружению пострадавших.

Конструкция БПЛА включает выполненные в отдельном корпусе функциональные модули: модуль управления, обеспечивающий дистанционное управление по радиоканалу, полетный модуль связи, обеспечивающий устойчивый обмен данными между полетным модулем, источник питания, устройство перемещения, обеспечивающие управляемое перемещение полетного модуля в горизонтальной и вертикальной

плоскостях, в том числе режим зависания, контроллер управления перемещением, навигационную систему, видеокамеру, сверхширокополосный радар, газоанализатор, 3D сканер, устройство видеоконтроля, источник питания, блок приема-передачи сигналов по радиоканалу, полезный груз (рис. 1).

Проведение поисково-спасательной операции начинают с того, что оператор командного пункта выбирает режим управления - ручной или автоматический. В случае автоматического управления оператор осуществляет выделение квадрата на электронной карте для поисково-спасательной деятельности, задает высоту полета, начало координат, направление местности сканирования и шаг сканирования (рис. 2).

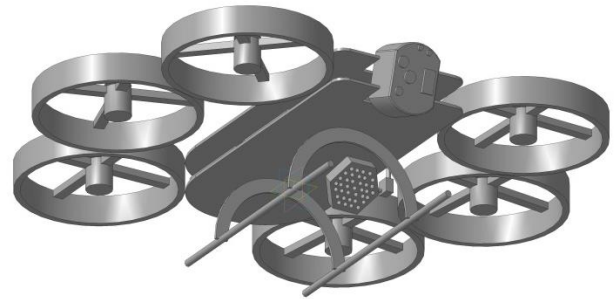


Рис. 1. Внешний вид БПЛА

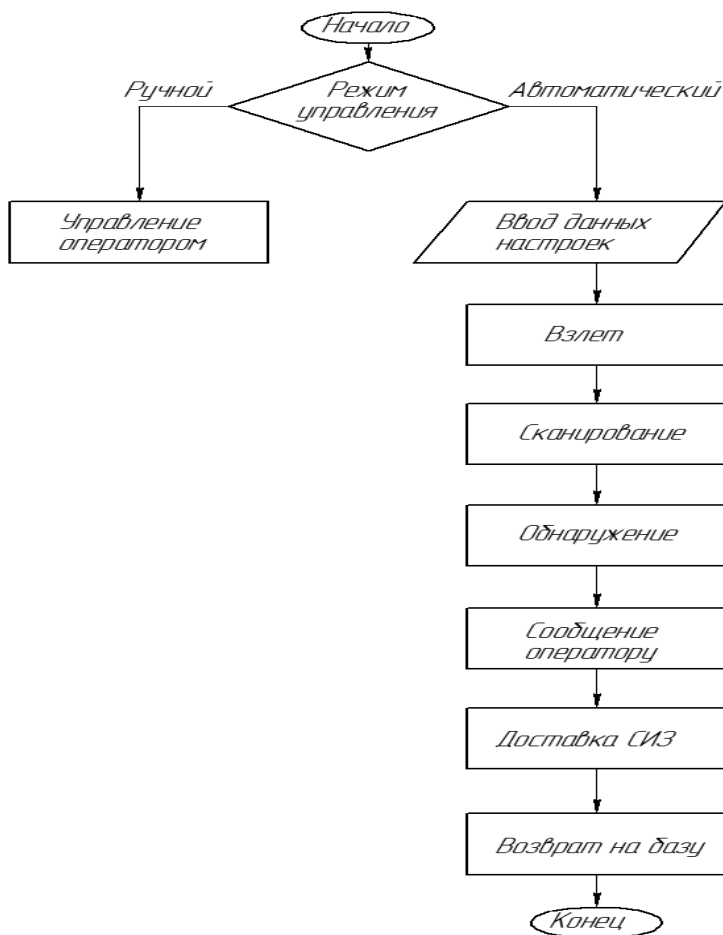


Рис. 2. Алгоритм работы

После включения беспилотного летательного аппарата, он производит взлет и направляется в квадрат к началу координат. За точное позиционирование отвечает ГЛОНАСС. Выбранная оператором высота полета, влияет на глубину сканирования, так как примененный сверхширокополосный радар (далее – СШПР) работает только на расстоянии до 30 метров, соответственно, чем глубже находится пострадавший, тем ниже высота полета беспилотного летательного аппарата. Сканирование может осуществляться как поступательно, так и по кругу, относительно начала координат с заданным шагом сканирования, что является расстоянием между параллельными линиями траектории полета беспилотного летательного аппарата. В ходе сканирования СШПР передатчик посылает сигнал, в случае его попадания в пострадавшего, сигнал отражается и принимается приемником СШПР.

Сканирование приостанавливают для отправки сигнала оператору с точными координатами найденного человека, глубины нахождения и информацией о его физическом состоянии, определяемом по разности расстояний вдоха и выдоха грудной клетки. В дополнение к определению места нахождения человека измеряется уровень

углекислого газа (CO₂) в атмосфере в месте нахождения пострадавшего с помощью встроенного газоанализатора, а также с целью определения уровня агрессивности окружающей человека среды. Так же посредством цветной видео камеры, инфракрасной видеокамеры и 3D сканера просматривается местность в зоне нахождения пострадавшего. Все полученные данные поступают на микрокомпьютер, который обрабатывает их и отправляет на пульт оператора посредством радиокomандной линии управления. Данные, представленные в командном пункте оператора, позволяют поисково-спасательному отряду определить приоритеты спасения, его пути и быстро произвести спасательную операцию.

При автоматическом полете беспилотного летательного аппарата на его пути могут попадаться различные препятствия в виде деревьев, стен. Для их детектирования использован 3D-сканер, сканирующий объемное пространство вокруг беспилотного летательного аппарата, что позволяет облетать препятствия, а инфракрасная камера позволяет определить источники огня и также облететь их.

В ручном режиме пилотирования оператор самостоятельно управляет беспилотным летательным аппаратом из командного пункта, самостоятельно анализируя при этом данные полученные с детектируемых устройств. При этом оператор в командном пункте видит все то, что видит и детектирует беспилотный летательный аппарат. После того, как был обнаружен пострадавший, на пульте оператора раздается сигнал и выводятся данные о глубине его нахождения, физическом состоянии и окружающей его среде. Далее оператор сообщает точные координаты нахождения пострадавшего спасательной группе и переходит в ручной режим управления беспилотным летательным аппаратом для доставки средств индивидуальной защиты и медикаментов с целью оказания первой помощи в случае, если пострадавший в сознании и находится на поверхности земли.

Ввиду того, что беспилотный летательный аппарат является аппаратом вертикального взлета и посадки, то доставка полезного груза к пострадавшему осуществляется достаточно точно. После произведенной посадки рядом с пострадавшим в беспилотном летательном аппарате открывается контейнер, в котором содержится, средства индивидуальной защиты органов дыхания, мобильный телефон для связи со спасателями, а так же аптечка.

Расчеты параметров и тактико-технические характеристики беспилотного летательного аппарата для поиска пострадавших проводили с помощью программного обеспечения «xcopterCalc». Тактико-технические характеристики БПЛА представлены на рис. 3-7.

Основное	Охлаждение мотора: хорошее ▾	Кол-во винтов: 6 одиночных ▾	Вес модели: 1700 г 60 унций	Без ВМГ ▾	Размер рамы: 700 мм 27.56 дюйм	Ограничение угла крена: Нет ▾	Высота над уровнем моря: 500 м 1640 футов	Температура воздуха: 25 °C 77 °F	Давление: 1013 29.91
Аккумулятор	Тип (ток разряда / макс. ток C) - состояние заряда: LiPo 2200mAh - 35/50C ▾ - Номинал ▾	Сборка: 3 S 1 P	Емкость банки: 22000 мАч 22000 мАч всего	Макс. разряда: 85% ▾	Сопротивление: 0.0007 Ом	Напряжение: 3.7 В	Ток отдачи(C): 35 С постоянная 50 С макс.	Вес: 559 19.7	
Регулятор	Тип: max 120A ▾	ток: 120 А пост. 120 А макс.	Сопротивление: 0.002 Ом	Вес: 155 г 5.5 унций	Навесное оборудование	Потребление: 0 А	Вес: 0		
Мотор	Производитель - Тип (KV): Sovga ▾ C-2213/22 (1100) ▾ поиск... Подбор-винт-обле	KV (без нагрузки): 1100 об/В	Ток без нагрузки: 0.55 А @ 8 В	Предел (до 15с): 190 Вт ▾	Сопротивление: 0.165 Ом	Длина корпуса: 28 мм 1.1 дюйм	Кол-во магнитов: 14	Вес: 60 2.1	
Пропеллер	Тип - угол кручения: выбрать... ▾ 0° ▾	Диаметр: 7 дюйм 177.8 мм	Шаг: 4.3 дюйм 109.2 мм	Кол-во лопастей: 2	Мощ. пост./Тяга пост.: 1.2 / 1.0	Передаточное число: 1 : 1	Расшир		

Рис. 3. Расчетные данные тактико-технических характеристик

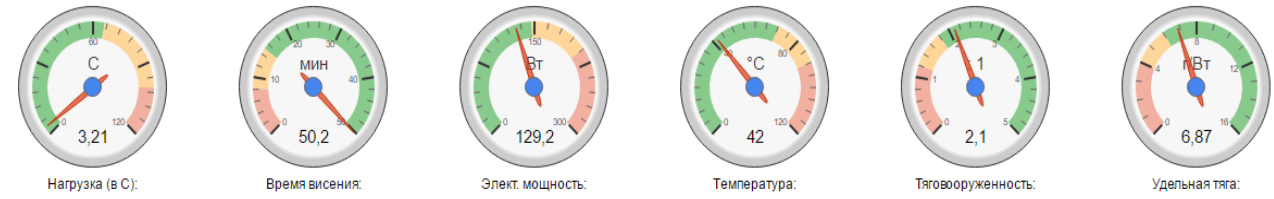


Рис. 4. Расчетные данные тактико-технических характеристик

Аккумулятор	Мотор @ Оптимальный режим	Мотор @ Максимальный режим	Мотор @ Висение	Параметры ВМГ	Коптер:
Нагрузка (в С): 3.21 C	Ток: 4.04 A	Ток: 11.78 A	Ток: 3.73 A	Вес ВМГ: 3472 г	Полетный вес: 122.5 унций
Напряжение под нагрузкой: 10.99 В	Напряжение: 11.06 В	Напряжение: 10.97 В	Напряжение: 11.06 В	Тяговооруженность: 2.1 : 1	Полезная нагрузка:
Номинальное напряжение: 11.10 В	Обороты*: 9543 об/мин	Обороты*: 7628 об/мин	Обороты*: 4673 об/мин	Ток @ Висение: 22.36 А	Крен макс:
Энергия: 244.2 Wh	Элект. мощность: 44.7 Вт	Элект. мощность: 129.2 Вт	Газ (лог): 43 %	Мощность(вых.) @ Висение: 248.2 Вт	Скорость макс:
Общая емкость: 22000 мАч	Механ. мощность: 36.9 Вт	Механ. мощность: 91.9 Вт	Газ (линейный): 59 %	Мощность(вых.) @ макс: 784.3 Вт	Макс. скороподъемность
Использованная емкость: 18700 мАч	Эффективность: 82.5 %	Удельная мощность: 455.9 Вт/кг	Элект. мощность: 41.2 Вт	Эффективность @ Висение: 72.0 %	Ометаемая площадь:
Мин. Полетное время: 15.9 мин		206.8 Вт/фунт	Механ. мощность: 29.8 Вт	Ток @ макс: 70.65 А	Отказ двигателя:
Смешанное полетное время: 38.3 мин		Эффективность: 71.1 %	Удельная мощность: 146.0 Вт/кг	Мощность(вых.) @ макс: 551.4 Вт	
Время висения: 50.2 мин		Температура: 42 °C	66.2 Вт/фунт	Эффективность @ макс: 70.3 %	
Вес: 1836 г		108 °F	Эффективность: 72.2 %		
64.8 унций			Температура: 30 °C		
			86 °F		
			Удельная тяга: 6.87 гВт		
			0.24 унций/Вт		

поделиться <https://> <https://www.eCalc.ch...> [Добавить >>](#) [Скачать .csv \(0\)](#)

Рис. 5. Результаты расчета ТТХ

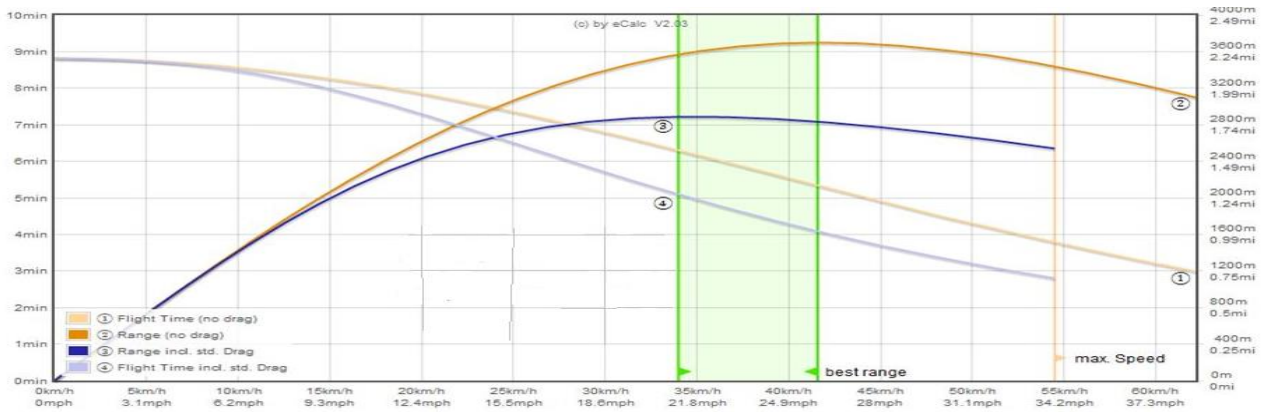


Рис. 6. Расчет дальности полета

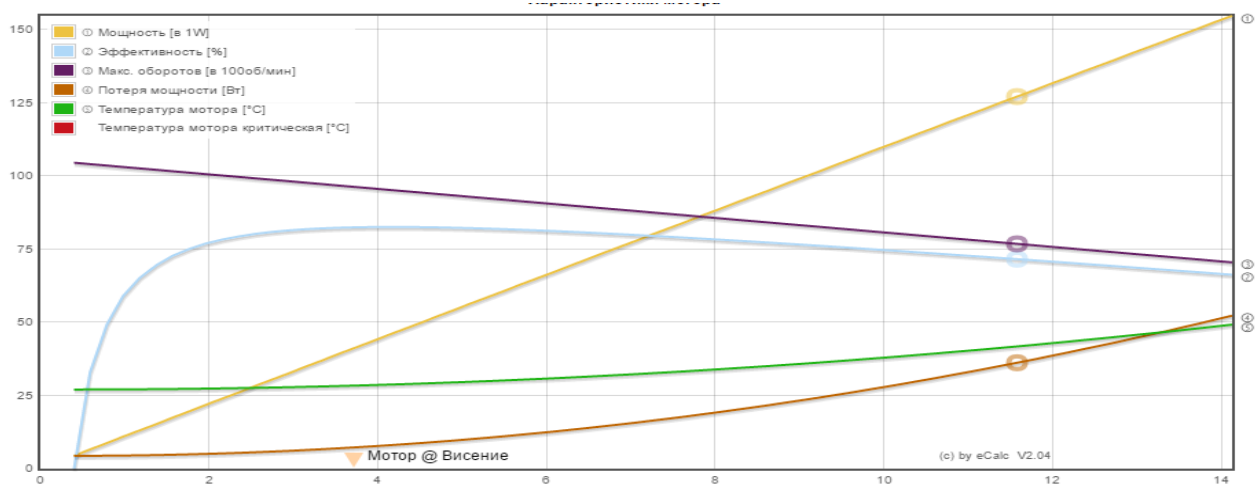


Рис. 7. Характеристики мотора

На основе результатов выполненных инженерно-технических решений спроектирован новый образец беспилотного летательного аппарата и получен патент на изобретение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. –М.: ЦНИИГАиК, 2002. –48 с.
2. Митин М.Д., Никольский Д.Б. Современные тенденции развития отрасли беспилотных летательных аппаратов// Геоматика. –2013. –№4. С.27–31.
3. Оценка эффективности тушения пожаров в резервуарных парках с помощью стационарных робототехнических комплексов / У.А. Керимов, В.А. Смирнов, Д.Ю. Захаров, О.Г. Волков, А.Н. Бочкарев //Научный журнал Вестник Воронежского института ГПС МЧС России №2 (23),2017 – 115с. Входит в перечень ВАК. С. 59-63.
4. Использование БПЛА в целях картографического мониторинга [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/430644>.

УДК 62.22

Е. Ю. Захаров, А. А. Покровский

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕМОНТА УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Представлена конструкция кантователя предназначенного для перемещения и ремонта узлов и агрегатов пожарной техники. Определены основные кинематические характеристики привода, проведены прочностные расчеты механической передачи по контактными и изгибным напряжениям.

Ключевые слова: кантователь, узел, агрегат, привод.

E. Y. Zaharov, A. A. Pokrovskiy

CONSTRUCTIVE FEATURES OF THE DEVICE FOR REPAIRING NODES AND UNITS OF FIRE-FIGHTING EQUIPMENT

The design of the cantilever of units and assemblies of fire equipment intended for moving and repair is presented. The main kinematic characteristics of the drive are determined, strength calculations of the mechanical transmission by contact and bending stresses are carried out.

Keywords: kantovatel, knot, unit, drive.

Одним из видов оборудования для выполнения технического обслуживания и ремонта тяжелых частей и агрегатов пожарных автомобилей является кантователь, при помощи которого возможно проведение технического обслуживания и текущего ремонта пожарной узлов и агрегатов пожарной техники. Кантователь – это устрой-

ство, предназначенное для перекладки или передачи различных объектов с одного поста или обрабатывающего устройства на другое, с обязательным изменением пространственной ориентации объекта (переворотом, простым или двухосным поворотом). Изменение ориентации объекта кантователем, как правило, предусматривается с угловым шагом в 90° или 180° . Большинство конструкций кантователей, применяемых в технике, построено на основе мальтийских механизмов, или других рычажных, зубчато-рычажных или кулачковых механизмов, обеспечивающих прерывистое движение выходного звена. Например, кантователь Р1250 (рис. 1) предназначен для разборки-сборки двигателей, коробок передач и других агрегатов массой не более 1600 кг. В данном исполнении универсальные адаптеры позволяют закрепить на стенд любой двигатель, коробку передач, задний мост или другой узел. Удобство работы обеспечивается за счет самотормозящегося червячного редуктора, который позволяет повернуть и зафиксировать закрепленный на стенде двигатель или другой узел в нужном положении. При этом способ поворота кантователя – ручной.

Практически аналогичное конструктивное решение реализовано в кантователе двигателя АЕ&Т Т63002 (рис. 2).



Рис. 1. Кантователь Р1250



Рис. 2. Кантователь АЕ&Т Т63002

У данного устройства имеются небольшие колоса, которые позволяют изменять его местоположение, обеспечивая максимальное удобство в работе. Так же небольшой вес и малые габариты позволяют перемещать его одному человеку. Высота опорной тележки позволяет установить кантователь вплотную к моторному отсеку автомобиля. Недостатком АЕ&Т Т63002 от кантователя Р1250 является меньшая грузоподъемность равная 450 кг.

Представленные выше модели кантователей и их аналоги, имеющиеся в настоящее время в пожарно-спасательных частях, выполняют свои функции по назначению. Но поворот закрепленных узлов и агрегатов производится вручную с использованием механических передач или без таковых. Поэтому нами был разработан эскизный вариант кантователя оснащенного электромеханическим приводом, который состоит из электродвигателя и червячного редуктора (рис. 3).

Конструкция состоит из основания 1, установленного на колеса 2, что позволяет перемещать устройство в мастерской. На вертикальной стойке 4 закреплена рама, на которой установлен привод, состоящий из электродвигателя 5 и червячного редуктора 6. Электропривод приводит в движение планшайбу 3, предназначенную для крепления автомобильного двигателя, коробки передач или другого агрегата.

В процессе разработки конструкции были определены основные кинематические характеристики привода, рассчитаны требуемая мощность электродвигателя и основные геометрические параметры червячного редуктора. Проведены прочностные расчеты механической передачи по контактным и изгибным напряжениям.

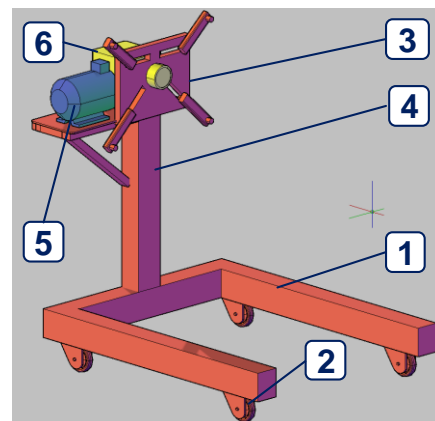


Рис. 3. Кантователь с электромеханическим приводом

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Покровский, А.А.* Мероприятия по улучшению эксплуатационных свойств деталей машин / А.А. Покровский // Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции «Надежность и долговечность машин и механизмов». – 2016. – С. 143 – 145.
2. *Покровский, А.А.* Модернизация устройства для ремонта двигателей пожарных автомобилей / А.А. Покровский, В.Н. Трубехин, Д.С. Суслов, А.А. Суконщиков // Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции «Пожарная и аварийная безопасность», Иваново 2016. - с. 286-288.

УДК 62-932.2

А. В. Иванов, И. Л. Скрипник, С. В. Воронин
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

СНИЖЕНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРИЗАЦИИ ПРИ ПНЕВМОТРАНСПОРТЕ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ ПРИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Рассмотрены способы защиты от статического электричества при использовании генератора переменного электрического поля эффективно для нейтрализации статического электричества, образующегося при пневмотранспорте твердых горючих материалов.

Ключевые слова: электризация, статическое электричество, нейтрализация зарядов.

A. V. Ivanov, I. L. Skrypnyk, S. V. Voronin

THE REDUCTION IN STATIC ELECTRIFICATION IN PNEUMATIC CONVEYING OF SOLID DIELECTRICS IN ELECTRO-PHYSICAL EFFECTS

The methods of protection against static electricity by using an alternating electric field generator effectively to neutralize the static electricity generated by pneumatic transport of solid combustible materials are considered

Keywords: electrification, static electricity neutralization of the charges.

Современные технологические процессы, в которые внедряются новые виды сырья, интенсифицируются процессы производства, увеличиваются скорости переработки и транспортирования материалов, часто сопровождаются статической электризацией.

В производствах, связанных с применением легковоспламеняющихся, горючих веществ и материалов, искровые разряды статического электричества способны вызывать взрывы и пожары. В других технологических процессах оно повышает брак продукции, снижает производительность и выводит из строя производственное оборудование, увеличивает энергозатраты производства. В некоторых случаях разряды статического электричества могут неблагоприятным образом воздействовать на организм обслуживающего персонала.

Существуют различные методы нейтрализации статического электричества. Согласно ГОСТ 31613-2012 электростатическая искробезопасность должна обеспечиваться за счет создания условий, предупреждающих возникновение разрядов статического электричества, способных стать источником зажигания объектов защиты [1].

Все способы защиты от статического электричества могут быть условно разделены на две группы (рис. 1).

К первой группе относятся средства, применение которых предотвращает или снижает нежелательное скопление зарядов статического электричества на взаимодействующих телах до допустимого уровня. Вторая группа защитных средств, не исключая возможности накопления зарядов статического электричества, предотвращает нежелательное или опасное их проявление [2,3].

Одним из способов защиты от статического электричества является нейтрализация зарядов на поверхности наэлектризованного диэлектрика при помощи нейтрализаторов. По своим конструктивным особенностям нейтрализаторы подразделяются на индукционные (пассивные), высоковольтные (активные), радиоактивные, комбинированные и аэродинамические [2,3].

В СПб университете ГПС МЧС России проведен ряд экспериментов по оценке эффективности способа нейтрализации статического электричества путем электрофизического воздействия в диэлектрике и на границе раздела фаз [4].

Для этих целей проводились измерения на двух установках. В первой установке использовался источник высокого напряжения и генератор переменного электрического поля. Методика измерения заключалась в том, что исследуемый материал подвергался воздействию высокого напряжения и обработке переменным электрическим полем, создаваемым генератором. В результате происходила поляризация частиц вещества, фиксируемая с помощью электростатических вольтметров. Структурная схема экспериментальной установки приведена на рис. 2.

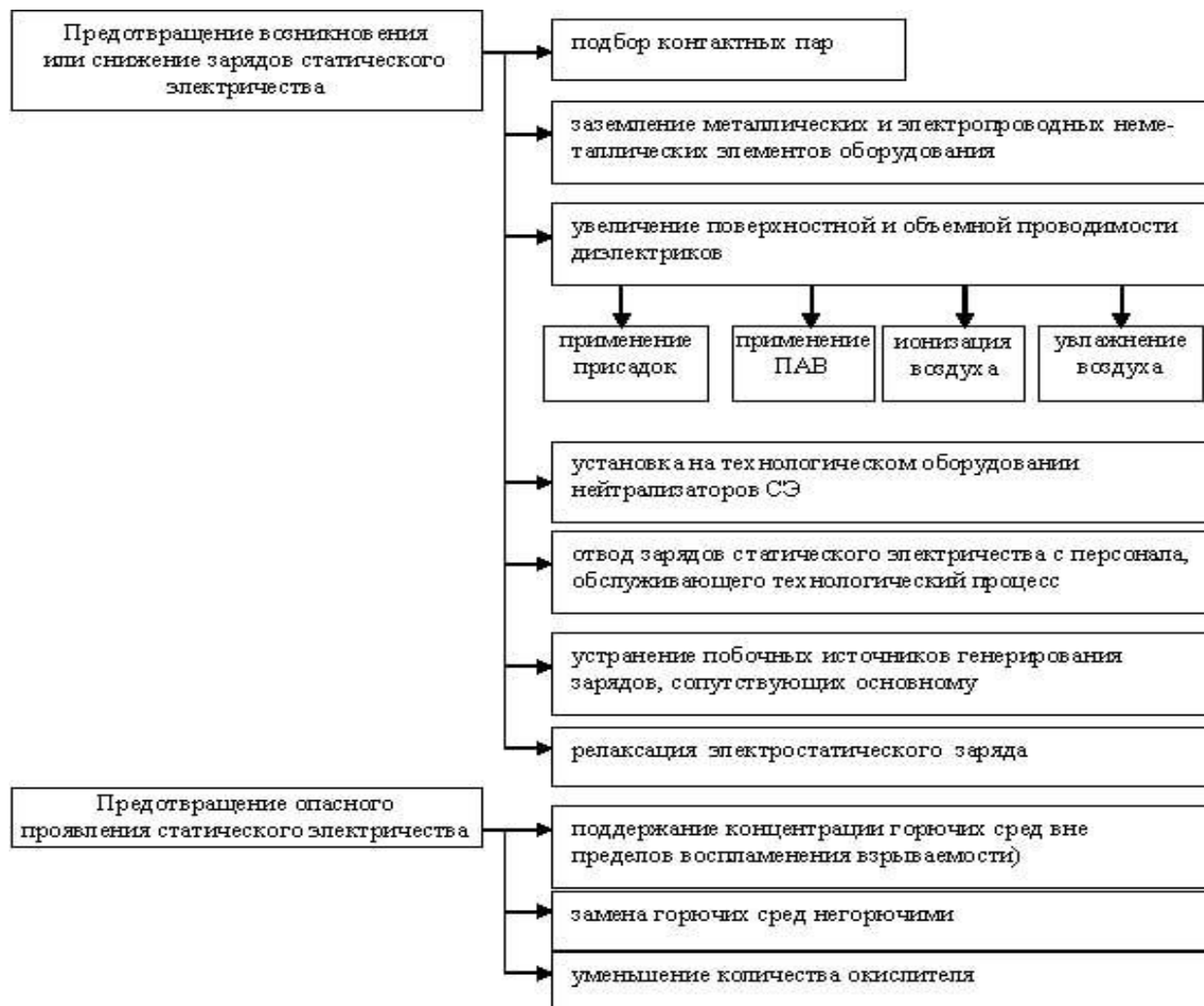


Рис. 1. Способы защиты от статического электричества

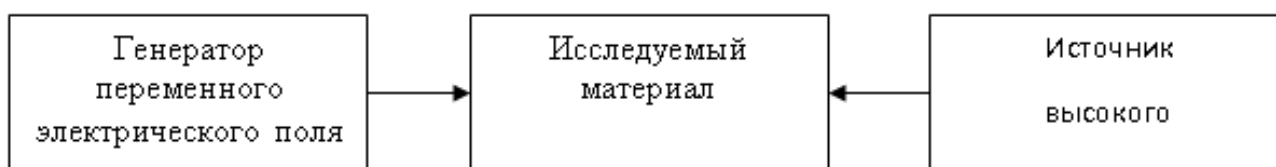


Рис. 2. Структурная схема исследовательской установки

В качестве испытуемого материала в эксперименте использовалось строительное стекло и сталь X18H10T. Для каждого материала проводилось не менее пяти замеров.

В первом эксперименте была произведена предварительная обработка материалов переменным электрическим полем с последующей поляризацией.

Во втором эксперименте производилась поляризация материалов без предварительной обработки переменным электрическим полем. Была также проведена обработка стекла с увеличением площади контакта электрода прибора с поверхностью материала.

В состав второй установки входил пневмотрубопровод, по которому двигались частицы диэлектрика, и бункер, в котором проводилось измерение создаваемой напряженности электрического поля, а также исследуемый нейтрализатор и измерительная аппаратура. Также бункер имел заземлитель, который используется согласно методики исследования. Схема установки показана на рис. 3.

Под действием переменного электрического поля происходит смещение и переориентация частиц диэлектрика. По этой причине возникают диэлектрические потери, так называемое «трение» частиц диэлектрика при их движении в переменном электрическом поле. Постоянное электрическое поле, создаваемое при пневмотранспорте диэлектрика, теряет свою энергию благодаря данному «трению», тем самым снижается напряженность электрического поля [5].

Таким образом, использование генератора переменного электрического поля эффективно для нейтрализации статического электричества, образующегося при пневмотранспорте твердых горючих материалов.

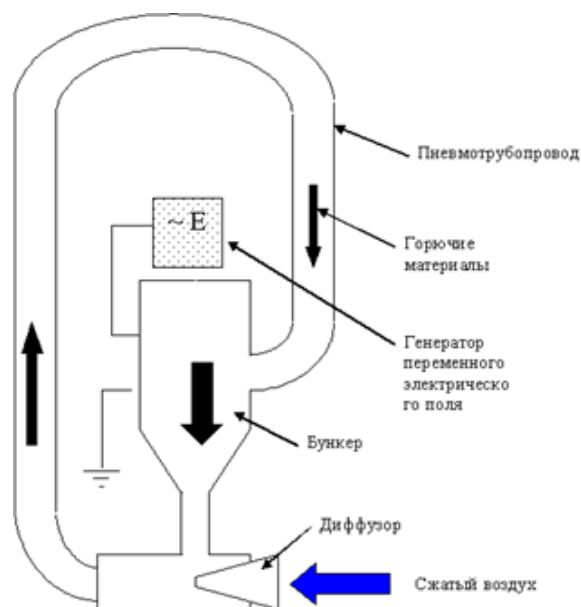


Рис. 3. Схема лабораторной установки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 31613-2012. Электростатическая искробезопасность. Общие технические требования и методы испытаний.
2. Сорокин А.Ю., Иванов А.В., Скрипник И.Л. Электростатическая безопасность процессов транспортировки углеводородных жидкостей в Арктической зоне // Сборник статей по материалам IX Всероссийской научно-практической конференции «Сервис безопасности в России: Опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной жизнедеятельности населения» 27 сентября 2017 года. – Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, с. 303-306.
3. Попов Б.Г., Веревкин В.Н., Бондарь В.А., Горшков В.И. Статическое электричество в химической промышленности. Изд. 2-е, пер. и доп. Под ред. Б.И. Сажина. – Л.: Химия, 1977. – 240 с.
4. Патент РФ № 2479005. Способ и устройство управления физико-химическими процессами в веществе и на границе раздела фаз. [авторы: Ивахнюк Г. К. (RU), Матюхин В. Н. (RU), Клачков В. А. (RU), Шевченко А. О. (RU), Князев А. С. (RU), Ивахнюк К. Г. (RU), Иванов А. В. (RU), Родионов В. А. (RU), Опубликовано: 10.04.2013. Бюл. № 10 Федеральной службы по интеллектуальной собственности] URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2479005> (дата обращения: 10.06.2016).
5. Иванов А.В. Снижение пожарной опасности процессов пневмотранспорта и диспергирования твердых материалов путем нейтрализации статического электричества : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.03 СПб., 2006 г. – 136 с.

УДК 658.286

М. А. Казаникова, В. В. Киселев, С. А. Никитина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Рациональные организация и технология технического обслуживания и ремонта автомобилей, внедрение новой техники и передовой технологии, механизация и автоматизация производственных процессов, максимальное сокращение ручного труда способствуют повышению производительности труда, созданию благоприятных санитарно-гигиенических и безопасных условий труда. В докладе рассмотрено технологическое и подъемно-транспортное оборудование, используемое при организации ремонта автомобилей.

Ключевые слова: ремонт, автомобиль, техническое обслуживание.

M. A. Kazanikova, V. V. Kiselev, S. A. Nikitina

ORGANIZATION OF REPAIR AND MAINTENANCE OF AUTOMOTIVE FIRE-FIGHTING EQUIPMENT

The rational organization and technology of vehicle maintenance and repair, the introduction of new technology and advanced technology, the mechanization and automation of production processes, the maximum reduction of manual labor contribute to higher labor productivity, the creation of favorable sanitary and hygienic and safe working conditions. The report considers the technological and lifting-transport equipment used in the organization of car repairs.

Keywords: repair, car, maintenance.

В МЧС России наряду с планово-предупредительной системой технического обслуживания и ремонта, предусматривающей обязательное выполнение с заданной периодичностью установленного комплекса работ в период использования техники, в процессе ее хранения и транспортирования, применяется система ее технического обслуживания и ремонта по фактическому состоянию техники, предусматривающая проведение работ по поддержанию (восстановлению) исправного состояния техники по результатам технического диагностирования [1].

Своевременное и качественное техническое обслуживание является важнейшим элементом эксплуатации техники и должно обеспечивать:

- постоянную готовность техники к использованию;
- безопасность применения (работы);
- устранение причин, вызывающих преждевременный износ, старение, разрушение, неисправности и поломки составных частей и механизмов;
- надежную работу техники в течение установленных межремонтных ресурсов и сроков их службы до ремонта и списания;
- минимальный расход горючего, смазочных и других эксплуатационных материалов.

Техническое обслуживание в пожарно-спасательных частях организует лично начальник части. Техническое обслуживание, проводится сторонней специализированной организацией, имеющей лицензию на осуществление указанного вида деятельности. Кроме того, при наличии необходимой материально-технической базы и подготовленного персонала техническое обслуживание может проводиться непосредственно силами личного состава подразделения ФПС.

В подразделениях ФПС техническое обслуживание и ремонт техники проводится в специально предназначенных для этих целей помещениях и местах (на постах ТО) с использованием исправного и соответствующего своему назначению оборудования и инструмента.

Вместе с тем поддержание пожарной техники в исправном состоянии, проведение ее ремонта и технического обслуживания требуют больших материальных затрат. Средний годовой пробег пожарных автомобилей составляет около 12000 км. Это приводит к необходимости уделять повышенное внимание тем узлам и механизмам, которые определяют работоспособность автомобиля в целом. Эти узлы изнашиваются быстрее, чаще вызывают необходимость проведения текущих ремонтов. Сбор информации об отказах пожарной техники весьма полезен для дальнейшего совершенствования механизмов при разработке пожарной техники нового поколения.

Своевременное и качественное техническое обслуживание пожарной техники является важнейшим элементом ее эксплуатации и должно обеспечивать: постоянную готовность техники к использованию; безопасность ее применения; устранение причин, вызывающих преждевременный износ, старение, разрушение, неисправности и поломки составных частей и механизмов; надежную работу техники в течение установленных межремонтных ресурсов и сроков их службы до ремонта и списания; минимальный расход горючего, смазочных и других эксплуатационных материалов.

Техническое состояние любого автомобильного транспорта постепенно ухудшается, причем это справедливо даже для тех машин, которые долгое время не эксплуатируются. Разумеется, основная часть деталей таких автомобилей не страдает, ведь они не работают, но резиновые элементы, а именно всевозможные уплотнения, сальники, шины стареют и со временем приходят в негодность. То же касается моторного масла и прочих жидкостей. Так или иначе, в них попадает влага, в результате теряются важные свойства. Поэтому в ситуации, когда автомобиль с пробегом 3-4 тысячи километров простояла в течение года в гараже, прежде чем возобновить эксплуатацию, ей также необходимо провести техническое обслуживание.

Техническое обслуживание автомобилей должно проводиться по так называемой планово-предупредительной системе. Особенность этой системы заключается в том, что все автомобили проходят техническое обслуживание по плану-графику в обязательном порядке. Основная цель технического обслуживания – предупреждение отказов и неисправностей, предотвращение преждевременного износа деталей, своевременное устранение повреждений, препятствующих нормальной работе автомобиля. Таким образом, техническое обслуживание является профилактическим мероприятием.

В техническое обслуживание входят уборочно-моечные, контрольно-диагностические, крепежные, смазочные, заправочные, регулировочные и другие работы, выполняемые, как правило, без разборки агрегатов и снятия с автомобиля отдельных узлов.

Рациональные организация и технология ТО и ремонта автомобилей, внедрение новой техники и передовой технологии, механизация и автоматизация производственных процессов, максимальное сокращение ручного труда способствуют повышению производительности труда, созданию благоприятных санитарно-гигиенических и безопасных условий труда ремонтных рабочих.

Технологическое оборудование, предназначенное для механизации производственных процессов ТО и ремонта, по своему назначению делится на следующие группы:

– оборудование для выполнения работ ЕО автомобилей – уборки, мойки, заправки и других работ;

– оборудование для выполнения работ ТО-1 – подъемно-транспортное, для обслуживания шин, экспресс-диагностики (Д-1), диагностирования тормозной системы, рулевого управления, установки колес, выполнения крепежных работ, обслуживания приборов системы питания, электрооборудования и т. д.;

– оборудование для выполнения работ ТО-2 – подъемно-транспортное диагностическое оборудование и приборы для углубленного диагностирования (Д-2) тягово-экономических качеств автомобиля, тормозной системы, переднего моста, рулевого управления, электрооборудования, двигателя и его систем, ходовой части, трансмиссии и т. д.;

– оборудование для выполнения ТР автомобилей, комплектующее производственные участки – агрегатный, моторный, кузнечно-рессорный, медницких работ, кузовной, малярный, электротехнический, ремонта аккумуляторов, ремонта систем питания отдельно карбюраторных двигателей и дизелей, ТР газобаллонных автомобилей, шиномонтажных и шиноремонтных работ.

Как известно, ремонт представляет собой комплекс конкретных операций по восстановлению работоспособного состояния автомобилей и оборудования по обеспечению их безотказной работы. Он может выполняться по потребности или после определенного пробега. Ремонт, связанный с разборкой или заменой агрегатов и узлов выполняется по результатам предварительного диагностирования.

В соответствии с назначением и характером выполняемых работ ремонт пожарных автомобилей подразделяется на следующие виды: для автомобилей – текущий, средний, капитальный; для агрегатов - текущий, капитальный.

Соблюдение всех правил проведения технического обслуживания, а также своевременность его выполнения позволит в значительной степени увеличить надежность и безотказность работы пожарной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России от 18.09.2012 № 555 «Об организации материально-технического обеспечения системы МЧС России».
2. *Киселев В.В.* Развитие технических средств для поведения обслуживания и ремонта пожарной техники. / NovaInfo.Ru. – 2016. – Т. 3. – № 57. – С. 151-156.
3. *Туревский И. С.* Техническое обслуживание автомобилей. Организация хранения, технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта. / Издательство Форум, Инфра-М. – 2008. – 256 с.
4. *Беднарский В.В.* Организация капитального ремонта автомобилей. / Издательство Феникс. – 2005. – 592 с.

УДК 614.846.63

Е. Г. Казутин

Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Беларуси

НАСТУПЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦИСТЕРН ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

дана оценка воздействий, приводящих к отказам цистерн в условиях эксплуатации пожарных автомобилей. Проведен анализ наступления предельного состояния цистерн.

Ключевые слова: пожарный автомобиль, цистерна, предельное состояние.

E. G. Kazutin

THE ONSET OF THE LIMIT STATE OF TANK WAGONS FIRE TRUCKS

The estimation of the impacts leading to the failure of tanks in operation of fire-fighting vehicles. The analysis of the occurrence of the limiting state of tanks.

Keywords: fire truck, tank, limiting state.

Являясь основной частью пожарного автомобиля (ПА) цистерна на протяжении нормативного срока службы, установленного для пожарных автоцистерн (ПАЦ) в Республике Беларусь (не менее 10 лет) [1], должна выполнять свое назначение, а его использование без возимого запаса огнетушащих веществ (ОТВ) теряет функциональный смысл. В соответствии с [2] срок службы цистерны до капитального ремонта должен быть не менее ресурса (срока службы) до капитального ремонта базового транспортного средства. В соответствии с этим, до 10 лет эксплуатации, восстановление цистерны должно проводиться с помощью ремонтов и позволять сохранять ее работоспособное состояние, иначе необходимо вносить изменения в конструкцию и производство цистерны. После 10 лет эксплуатации потребитель принимает решение продолжить эксплуатацию цистерны или прекратить в любой момент в связи с наступлением ее предельного состояния (ПС). Наступившее ПС цистерны не означает наступление предельного состояния всего ПА, после замены (ремонта) цистерны эксплуатация ПАЦ может быть продолжена.

Основным конструктивным элементом, обеспечивающим выполнение главной функциональной задачи (сохранение объема ОТВ) для цистерны является обечайка с двумя приваренными днищами. Причем обечайка является базовым конструктивным элементом, к которому осуществляется крепление всех остальных элементов цистерны.

Наибольшему воздействию цистерны ПА подвержены в режиме использования. Оценка технического состояния цистерн основных ПА и анализ факторов, приводящие к их отказам, показали, что существенное значение на цистерну при этом оказывают: действующие циклические нагрузки при движении ПАЦ; подверженность внутренних стенок коррозии при взаимодействии с атмосферой и транспортируемой агрессивной жидкостью; воздействие на наружные стенки и элементы крепления химических реагентов при движении по дорогам; несовершенство конструкции и узлов

крепления; недостаточный контроль при эксплуатации, обслуживании и проведении ремонта. Одна из проблем при оценке безотказности и долговечности - это разделение наступления отказов и ПС [3]. Признаки (критерии) ПС должны устанавливаться нормативно-технической документацией на объект, т.е. декларировать ПС машины должен производитель, например, как это сделано для сельскохозяйственной техники [4]. При этом естественным представляется подход [5], когда ПС машины описывается производителем на основе ясно описанных технических критериев через ПС агрегатов, последних - через ПС узлов, а их, в свою очередь, - через детали. Возможные ПС детали описываются через ПС ее конструктивных элементов. Эти критерии должны быть физически проверяемы и объективны.

По результатам обработки статистической информации и оценки воздействия на цистерну в зависимости от условий эксплуатации ПАЦ, были систематизированы характерные выходы из строя (повреждения, отказы), которые могут быть основой для классификации предельных состояний ПАЦ. Для цистерн ПА - это потеря герметичности сварных швов, стенок и днищ цистерны; коррозионное растрескивание металла в зоне сварных швов, а также в местах коррозионных язв; потеря несущей способности узлов крепления цистерны; старение, износ (повреждение) демпфирующих опор (амортизаторов) крепления цистерны; ослабление крепления волноломов и их обрыв (повреждение). Значительное количество отказов ведет к сокращению ресурса цистерны и наступлению ресурсного отказа, в результате которого цистерна достигает своего предельного состояния (ПС).

Признаки (критерии) наступления ПС цистерны ПА не установлены нормативно-технической документацией. Очевидно, что наступление ПС цистерны произойдет через наступление ПС ее конструктивных элементов. Определено, что предельное состояние наступает, когда цистерна, потеряв герметичность, по совокупности признаков не может быть восстановлена до работоспособного состояния, или это восстановление экономически нецелесообразно, при этом использование цистерны должно быть прекращено и она должна направляться в капитальный ремонт или списываться (рисунок).



Рисунок. Предельное состояние цистерны ПА: потеря герметичности основного конструктивного элемента

В приложении 29 к [6] отсутствуют нормы пробега ПАЦ до проведения капитального ремонта цистерны. Основываясь на данных анализа пробега ПАЦ Минского гарнизона, общий средний годовой пробег наиболее востребованной АЦ-2,5-40(433362) составляет 13,5 тыс. км в год. В свою очередь, нормы пробега ПАЦ на шасси ЗИЛ до капитального ремонта составляют 170 тыс. км [6]. Таким образом, капитальный ремонт для этих ПАЦ должен быть проведен только через 12 лет, что больше установленного нормативного срока службы. Однако, по имеющимся статистическим данным средний срок службы цистерн до капитального ремонта в реальных условиях эксплуатации подразделениями МЧС Республики Беларусь не превышает 7 лет. Отсюда следует, что наступление капитального ремонта ПАЦ по пробегу, не может служить ориентиром наступления капитального ремонта установленной на нем цистерны.

Таким образом, можно считать, что наступлением ПС цистерны будет потеря герметичности обечайки с двумя приваренными днищами после окончания срока службы ПА, если восстановить герметичность цистерны не представляется возможным в условиях проведения ремонта в ПТЦ, проведение ремонта не обеспечивает испытание на герметичность, восстановление требует значительных экономических затрат и не обеспечивает дальнейшую продолжительную эксплуатацию (требуется частое проведение ремонтов, на протяжении одного календарного года).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об установлении нормативных сроков службы основных средств: постановление Министерства экономики Респ. Беларусь, 30 сент. 2011 г., №161 // Нац. Реестр правовых актов Респ. Беларусь. - 2011. - 8/24359.
2. Цистерны для пищевых жидкостей, устанавливаемые на автотранспортные средства: ГОСТ 9218-86. – Введ. 01.01.1987. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1987. – 10 с.
3. Рабинович, А.Ш. Классификация отказов при определении ресурса сопряжения, узла, агрегата // Труды ГОСНИТИ. А.Ш. Рабинович, Л.Н. Лельчук, А.А. Сельцер. М., 1973. Т.37.
4. Сельскохозяйственная техника. Надежность. Порядок определения показателей: ТКП 282-2010 (02150). – Введ. 01.06.2011. – Мн.: БелГИСС, 2012. – 43 с.
5. РТМ 70.0001.246-84. Критерии предельного состояния тракторов и их составных частей. - М., 1985.
6. Правила организации технической службы в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь: Приказ МЧС Республики Беларусь от 30.12.2016 №329. - Минск, 2016. – 269 с.

УДК 004.942

В. А. Калентьев, В. А. Сопига

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА

Предложена математическая модель кривошипно-ползунного механизма в виде системы дифференциальных уравнений. Полученная модель используется в учебном процессе.

Ключевые слова: Математическая модель, кривошипно-ползунный механизм.

V. A. Kalentyev, V. A. Sopiga

MATHEMATICAL MODELING OF CRANK AND CONNECTING-ROD MECHANISM

The mathematical model of the crank and connecting-rod mechanism as system of differential equations is considered. This model is used by students in their studies.

Keywords: Mathematical model, crank and connecting-rod mechanism.

С достаточно общих позиций математическое моделирование можно рассматривать как один из методов познания реального мира в период формирования так называемого информационного общества, как интеллектуальное ядро быстро развивающихся информационных технологий [2, 4]. Этот метод не противоречит хорошо известной формуле: «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике». Особенность математического моделирования состоит в том, что абстрактным отражением существующего или создаваемого объекта является его математическая модель, количественный анализ которой позволяет получить новые знания об этом объекте.

Под математическим моделированием в технике понимают адекватную замену исследуемого технического устройства или процесса соответствующей математической моделью (ММ) и ее последующее изучение методами вычислительной математики с привлечением средств современной вычислительной техники. Поскольку такое изучение математической модели можно рассматривать как проведение эксперимента на ЭВМ при помощи вычислительно-логических алгоритмов, то в научно-технической литературе термин вычислительный эксперимент часто выступает как синоним термина «математическое моделирование». Содержание этих терминов принято считать интуитивно понятным и обычно подробно не раскрывают.

Математическое моделирование тесно связано с инженерной практикой, опирается на достижения классической и вычислительной математики, активно использует сведения из естественно научных дисциплин, предполагает уверенное владение вычислительной техникой и программированием на ЭВМ. Поэтому и для инженера любой специальности математическое моделирование – инструмент, творческое применение которого может способствовать прогрессу в любой отрасли техники в том числе пожарной.

Для обсуждения и обоснования основных подходов к разработке проблем математического моделирования технических устройств и процессов в них представляется целесообразным предварительно рассмотреть условную схему (рис. 1), определяющую последовательность проведения отдельных этапов общей процедуры вычислительного эксперимента [1]. Исходной позицией этой схемы служит технический объект (ТО), под которым будем понимать конкретное техническое устройство, его агрегат или узел, систему устройств, процесс, явление или отдельную ситуацию в какой-либо системе или устройстве.

На первом этапе осуществляют неформальный переход от рассматриваемого (разрабатываемого или существующего) ТО к его расчетной схеме (РС). При этом в зависимости от направленности вычислительного эксперимента и его конечной цели акцентируют те свойства, условия работы и особенности ТО, которые вместе с характеризующими их параметрами должны найти отражение в РС, и, наоборот, аргументируют допущения и упрощения, позволяющие не учитывать в РС те качества ТО, влияние которых предполагают в рассматриваемом случае несущественным. Иногда вместо РС используют термин содержательная модель [3] ТО, а в некоторых случаях – концептуальная модель.

В сложившихся инженерных дисциплинах (например, в сопротивлении материалов, прикладной механике) помимо описательной (вербальной) информации для характеристики РС разработаны специальные приемы и символы наглядного графического изображения.

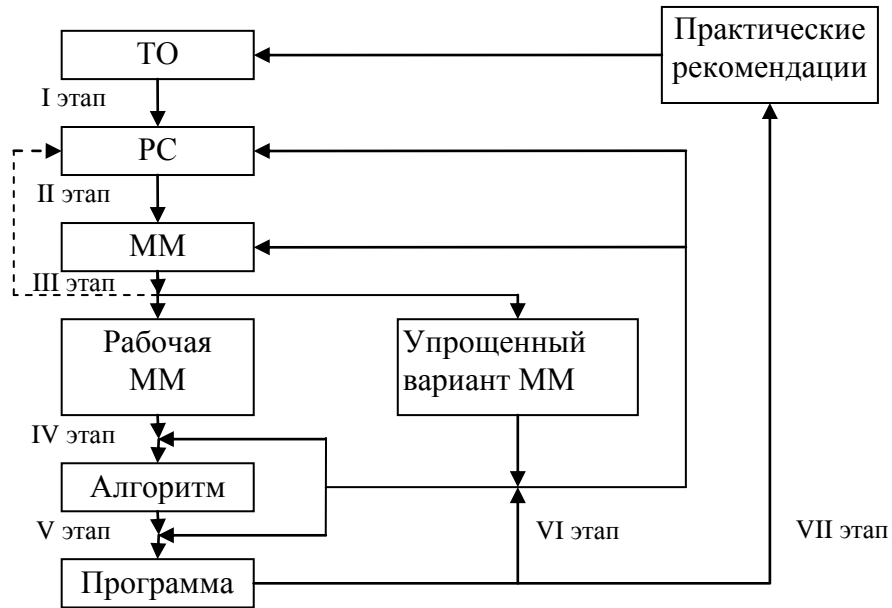


Рис. 1

В данной работе предлагается математическая модель кривошипно-ползунного механизма с одной степенью свободы – универсальным учебным объектом, на котором могут быть продемонстрированы многие стандартные задачи статики, кинематики и динамики. Однородный тонкий стержень (ОА), совершающий вращательное движение, называется кривошипом, а плоскопараллельное движение (АВ) – шатуном. Твердое тело, движущееся поступательно (В) в прямолинейных направляющих, – ползун (рис. 2).

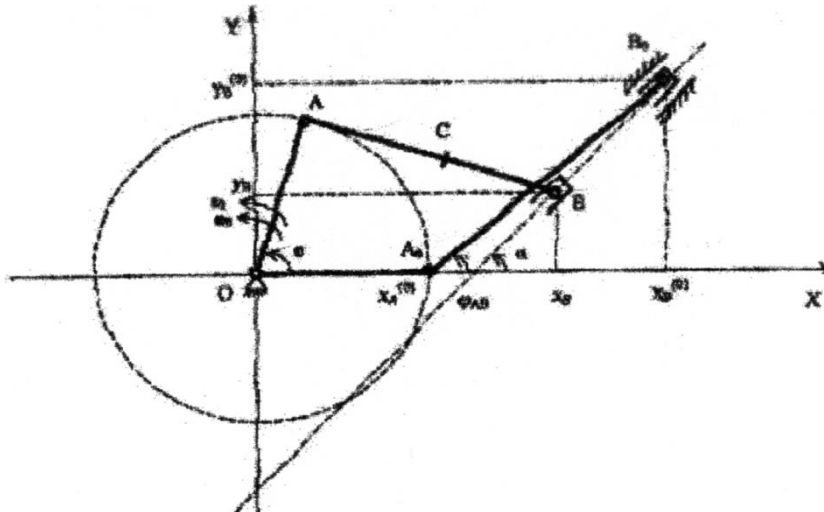


Рис. 2. Пример расчетной схемы

Введем в рассмотрение три группы переменных и параметров, необходимых для формализации отношений и построения алгоритма [5]:

– параметры, определяющие исходное положение, геометрические размеры и начальные условия;

- динамические параметры механизма;
- переменные и параметры, требующие расчета.

К первой группе относятся:

- φ_0 – начальный угол кривошипа ОА;
- φ_2^0 – начальный угол шатуна;
- α – угол направляющей линии движения ползуна В, $k=tg\alpha$;
- l_1, l_2 – линейные размеры соответственно кривошипа ОА и шатуна АВ;
- l_{AC} – расстояние от точки А до точки С;
- ω_0 – начальная угловая скорость кривошипа ОА.

Во вторую группу параметров входят:

- m_1, m_2, m_3 – массы соответственно кривошипа, шатуна и ползуна;
- M – крутящий момент, приложенный к кривошипу и приводящий в движение

механизм;

f – параметр, определяющий силу трения (R) ползуна В о направляющие.

Расчетные переменные:

- φ – угол кривошипа в момент расчета;
- $X_A, Y_A, X_B, Y_B, X_C, Y_C$ – координаты соответствующих точек механизма;
- $\omega, \varepsilon, \omega_2, \varepsilon_2$ – угловая скорость и угловое ускорение соответственно кривошипа и шатуна;

C_v, C_a – точки, определяющие на плоскости положения мгновенного центра скоростей и мгновенного центра ускорений шатуна;

$\vec{V}_A, \vec{V}_B, \vec{V}_C$ – скорости точек механизма;

$\vec{a}_A, \vec{a}_B, \vec{a}_C$ – ускорения точек механизма;

$\vec{X}_0, \vec{Y}_0, \vec{X}_A, \vec{Y}_A$ – динамические усилия в шарнирах О и А;

\vec{N}, \vec{R} – нормальная реакция и сила трения ползуна о направляющие.

Составляя кинематические соотношения, уравнения Лагранжа и кинетостатики, получим кинематическую модель кривошипно-ползунного механизма, широко применяемого в транспортных и технологических машинах и пожарном оборудовании.

$$m_1 \cdot \ddot{x}_{C_1} + m_2 \cdot \ddot{x}_{C_2} + m_3 \cdot \ddot{x}_B = X_0 - \cos \alpha \cdot R \cdot \frac{V_{Bx}}{V_B} - \sin \alpha \cdot N$$

$$m_1 \cdot \ddot{y}_{C_1} + m_2 \cdot \ddot{y}_{C_2} + m_3 \cdot \ddot{y}_B = Y_0 - \sin \alpha \cdot R \cdot \frac{V_{By}}{V_B} - \cos \alpha \cdot N$$

$$X_A = X_0 + \frac{1}{2} m_1 l_1 \varepsilon \cdot \sin \varphi - \frac{1}{2} m_1 l_1 \omega^2 \cdot \cos \varphi$$

$$Y_A = Y_0 - \frac{1}{2} m_1 l_1 \varepsilon \cdot \cos \varphi - \frac{1}{2} m_1 l_1 \omega^2 \cdot \sin \varphi$$

$$M - \frac{1}{6} m_1 l_1 \varepsilon = -X_0 l_1 \cdot \sin \varphi + Y_0 l_1 \cdot \cos \varphi$$

$$\frac{d\omega^2}{d\varphi} + \frac{J'_{np}}{J_{np}} \cdot \omega^2 = 2 \frac{M - \sqrt{b^2(1+k^2)}R}{J_{np}}$$

Полученная математическая модель используется в учебном процессе при изучении дисциплин «Механика» и «Прикладная механика».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зарубин В.С., Крищенко А.П. Математическое моделирование в технике. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 496 с.
2. Информатизация образования: направления, средства, технологии: пособие для системы повышения квалификации / Под общ. ред. С.И. Маслова. М.: Издательство МЭИ, 2004. 868 с.
3. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. М.: Наука, 1994. 192 с.
4. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М.: Наука, 1997. 320 с.
5. Чащин Н.И., Калентьев В.А. Кинематический анализ плоского механизма с одной степенью свободы: метод. указания к расчету на ЕС ЭВМ/ Уральский лесотехнический ин-т. Свердловск: УЛТИ, 1990. 24 с.

УДК 621.192

А. М. Качуро, Н. А. Мороз

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В статье предложен метод оценки надежности сложной технической системы, функционирование которой можно описать Марковскими процессами. Метод заключается в структурной декомпозиции сложного графа состояния в группу простых подграфов с двумя состояниями.

Ключевые слова: оценка надежности, анализ Марковских процессов, редуциционный метод, коэффициент готовности.

А. М. Качуро, Н. А. Мороз

INCREASE OF ACCURACY OF DEFINITION OF INDICATORS OF RELIABILITY OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

The paper proposes a method for assessing the reliability of a complex technical system, the functioning of which can be described by Markov processes. The method consists in the structural decomposition of a complex state graph into a group of simple subgraphs with two states.

Keywords: reliability assessment, analysis of Markov processes, reduction method, readiness coefficient.

Объективной тенденцией развития пожарной техники в настоящее время является постоянный рост сложности аппаратуры, связанный с расширением круга реша-

емых задач при одновременном повышении требований к качеству функционирования всех подсистем. Для обеспечения высокой готовности аппаратуры и правильности функционирования ее в процессе эксплуатации необходима своевременная и достоверная оценка надежности технического состояния с отысканием и резервированием малонадежных элементов в случае их обнаружения. Усложнение схмотехнических решений и функциональных связей в современной технике вместе с резким увеличением количества элементов в единице оборудования при недостаточной точности оценки надежности может привести к увеличению материальных и временных ресурсов, затрачиваемых на контроль работоспособности и локализацию возникающих отказов, организацию ремонта систем, что существенно увеличивает время восстановления техники.

Аналитическими моделями для получения основных показателей надежности являются модели теории массового обслуживания. События в таких системах представляют собой моменты изменения состояния элементов системы, следовательно, модель можно описать с помощью Марковского процесса. Аппарат анализа Марковских процессов – уравнения Колмогорова-Чепмена, решение которых является основой для расчета выходных параметров системы. Однако для большинства задач оценки надежности сложной технической системы или ее компонентов он приводит к сложным многоресурсным моделям, анализ которых путем непосредственного составления и решения уравнений Колмогорова-Чепмена затруднителен, так как число этих уравнений резко возрастает с ростом числа факторов, учитываемых в модели. Для упрощения решения таких систем предлагается использовать редуцированный метод, идея которого заключается в том, чтобы анализ сложной по структуре модели системы осуществлять по частям, с помощью совокупности частично декомпозиционных моделей, т.е. разбивать сложный граф на множество простых подграфов, независимых с точки зрения обслуживания.

Например, для определения вероятности пребывания в состоянии $E_0 - P_{00}$ целесообразно по правилам произведения вероятностей разбить все возможные сложные состояния системы на простые подграфы и предварительно рассмотреть в каждом полученном подграфе два подмножества состояний системы S_{00} , в которых устройство работоспособно, и S_{10} , S_{20} в которых устройство не работоспособно. Легко видеть, что из каждого состояния подмножества S_{00} можно попасть в одно из состояний подмножеств S_{10} , S_{20} только с интенсивностью λ_1 , λ_2 соответственно, а обратно только с интенсивностью μ_1 , μ_2 . Поэтому для определения вероятности нахождения в состоянии E_0 используется простой граф из двух состояний $S_{00} \rightarrow S_{10}$ и $S_{00} \rightarrow S_{20}$. Перемножая вероятности S_{00} графа $S_{00} \rightarrow S_{10}$ и $S_{00} \rightarrow S_{20}$ можно получить $P_{00}(t)$ (см. рисунок).

После математических преобразований в символьном виде, нетрудно убедиться, что значения, полученные решением системы дифференциальных уравнений по стандартной методике, полностью совпадают со значениями, полученными решением системы редуцированным методом. Существенным преимуществом данного метода является то, что решения получены без большого количества арифметических вычислений. Используя данный метод, можно находить точные значения вероятностей даже при большом числе резервных элементов, поскольку преобразования Лапласа выполняются на простых графах [1].

Существенным преимуществом предлагаемого способа оценки надежности является то, что, декомпозируя сложные графы на простые подграфы можно получить точный вид аналитических зависимостей основных показателей надежности для нестационарного режима для сложных восстанавливаемых объектов, функционирование которых можно описать Марковским процессом.

Для составления аналитической модели рассмотрим состояния подсистемы, состоящей из четырех устройств, которые отказывают и восстанавливаются независимо друг от друга. Выделим состояния, в которых система сможет выполнять возложенные на нее функции и в которых не сможет. Размеченный граф состояний такой системы имеет вид, показанный на рисунке.

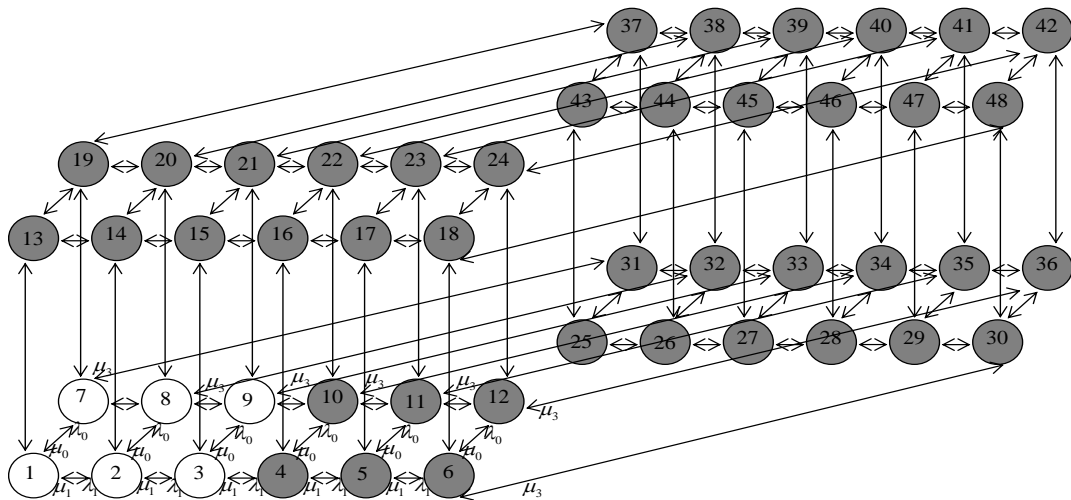


Рисунок. Размеченный граф состояний

Исследовав поведение системы на начальном периоде времени, когда вероятности состояний существенно зависят от времени, и составив систему уравнений Чепмена-Колмогорова для нестационарного режима подсистемы, получим:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_2(t) \cdot \mu_1 - P_1(t) \cdot \lambda_1 + P_7(t) \cdot \mu_0 - P_1(t) \cdot \lambda_0 + P_{13}(t) \cdot \mu_2 - P_1(t) \cdot \lambda_2 + P_{25}(t) \cdot \mu_3 - P_1(t) \cdot \lambda_3 = \frac{\partial P_1(t)}{\partial t} \\ \dots \\ P_1(t) \cdot \lambda_1 - P_2(t) \cdot \mu_1 + P_3(t) \cdot \mu_1 - P_2(t) \cdot \lambda_1 + P_8(t) \cdot \mu_0 - P_2(t) \cdot \lambda_0 + P_{14}(t) \cdot \mu_2 - P_2(t) \cdot \lambda_2 + P_{26}(t) \cdot \mu_3 - P_2(t) \cdot \lambda_3 = \frac{\partial P_2(t)}{\partial t} \\ \dots \\ P_{47}(t) \cdot \mu_1 - P_{48}(t) \cdot \lambda_1 + P_{42}(t) \cdot \mu_0 - P_{48}(t) \cdot \lambda_0 + P_{30}(t) \cdot \lambda_2 - P_{48}(t) \cdot \mu_2 + P_{18}(t) \cdot \lambda_3 - P_{48}(t) \cdot \mu_3 = \frac{\partial P_{48}(t)}{\partial t} \\ \sum_{i=1}^{48} P_i(t) = 1 \end{array} \right.$$

Решение приведенной системы дифференциальных уравнений в символьном виде усложняется тем, что в связи с большим количеством состояний системы возникает сложность использования операторного метода преобразований Лапласа, способного дать точный вид аналитических зависимостей. До сегодняшнего времени основные литературные источники по теории надежности сложных технических систем таких аналитических зависимостей не приводили, ссылаясь на трудности нахождения корней систем дифференциальных уравнений Чепмена-Колмогорова. Полученные с помощью редуccionного метода точный вид аналитических выражений процесса появления отказов и проведения ремонтов позволяет предсказывать долю времени, проводимого системой в каждом состоянии, на основании чего легко оценить надежность всей системы с высокой точностью [2].

$$\Gamma(t) = \prod_{i=1}^n \left\{ \frac{\mu_i}{\lambda_i + \mu_i} - \left[\frac{\mu_i}{\lambda_i + \mu_i} - P_{S_{0i}}(0) \right] e^{-(\lambda_i + \mu_i)t} \right\},$$

где: $\Gamma(t)$ – нестационарный коэффициент готовности; $P_{S_{0i}}(0)$ – вероятность нахождения системы устройств в подмножестве состояний S_{0i} в начальный момент времени $t=0$.

Таким образом, установлено, что расчет основных показателей надежности сложной технической системы при использовании редуccionного метода в отличие от стандартных методов, существенно сокращает время вычислений, что позволяет не только повысить оперативность оценки, но и снизить требования к вычислительной аппаратуре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Качуро А.М. Применение редуccionного метода для оценки надежности системы из двух независимых восстанавливаемых элементов // Сборник трудов по материалам международной научно-практической конференции молодых ученых, студентов и аспирантов ФСАП СЗТУ «Анализ и прогнозирование систем управления». –СПб: СЗТУ, 2015г. - С.276-282.
2. Качуро А.М. Общая методика оценки технического состояния дублированной системы с восстановлением на основе редуccionного метода// Сборник трудов по материалам международной научно-практической конференции молодых ученых, студентов и аспирантов ФСАП СЗТУ «Анализ и прогнозирование систем управления». –СПб: СЗТУ, 2014г. . - С.269-275.

УДК 621.37

М. Ю. Колобов, Б. Р. Киселев, А. А. Мельников, А. Э. Козловский, С. Е. Сахаров
ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Разработана мельница центробежно-ударного действия. Применение гребенки, плоских лопаток, отбойных элементов с возможностью фиксированного перемещения в горизонтальной плоскости позволяет значительно интенсифицировать процесс измельчения и увеличить срок службы отбойных элементов в 1,5-2 раза.

Ключевые слова: центробежная мельница, эффективность, износ, долговечность.

M. Yu. Kolobov, B. R. Kiselev, A. A. Melnikov, A. E. Kozlovsky, S. E. Sakharov

IMPROVING THE EFFICIENCY OF CENTRIFUGAL MILL

Developed mill centrifugal impact action. The use of a comb, flat blades, baffle elements with the possibility of a fixed displacement in the horizontal plane allows significantly intensifying the grinding process and increasing the service life of the bouncing elements by a factor of 1.5-2.

Keywords: centrifugal mill, efficiency, wear, durability.

Широкое распространение в различных отраслях промышленности получили центробежные мельницы [1-5]. Положительными факторами применения таких мельниц являются компактность и мобильность, гибкость переналадки их, умеренные энерго- и металлозатраты на обработку, небольшие капиталовложения, возможности автоматизации процесса, непрерывность действия, возможность использования создаваемого роторами вентиляционного потока.

Главным недостатком измельчителей центробежного действия является относительно низкий ресурс рабочих органов, что требует частой замены их или полного восстановления и повышает эксплуатационные расходы.

Одним из основных путей повышения долговечности является резервирование износостойкости, достигаемое конструктивными решениями, запасом на износ и использование сменных элементов деталей машин.

Разработана центробежная мельница [6].

На рисунке показана центробежная мельница в продольном разрезе.

Центробежная мельница содержит корпус 1, патрубков 2 для подачи исходного материала, расположенный в верхней части корпуса 1, точки 3 для вывода готового продукта, расположенные в нижней части корпуса, отбойные элементы 4, закрепленные при помощи резьбового соединения на боковой стенке корпуса 1, ускоритель, состоящий из верхнего элемента, выполненного в виде боковой поверхности усеченного конуса 5 с центральным отверстием 6, нижнего элемента, выполненного в виде диска 7, ускорительных лопастей 8 и конусного распределителя 9, и расположенный на вертикальном валу 10, и привод ускорителя (на чертеже не показан). Нижняя часть корпуса 1 выполнена с пазом для установки сменных колец 11. Отбойные элементы 4

выполнены с углом наклона рабочей грани относительно радиуса диска, составляющим $50-70^{\circ}$, и установлены с возможностью поворота на 180° . К верхней части корпуса 1 с внутренней его стороны прикреплен гребенка 12 при помощи резьбового соединения. На конусном распределителе 9 закреплены при помощи резьбового соединения плоские лопатки 13 с прорезями для прохождения через гребенку. Гребенка 12 и конусный распределитель 9 расположены на одной оси с патрубком 2 для подачи исходного материала. Диаметр вписанной окружности гребенки 12 равен внутреннему диаметру патрубка 2 для подачи исходного материала. Боковая стенка корпуса 1 изготовлена с пазом 14 для установки отбойных элементов 4 с возможностью фиксированного перемещения в горизонтальной плоскости посредством регулировочных винтов 15.

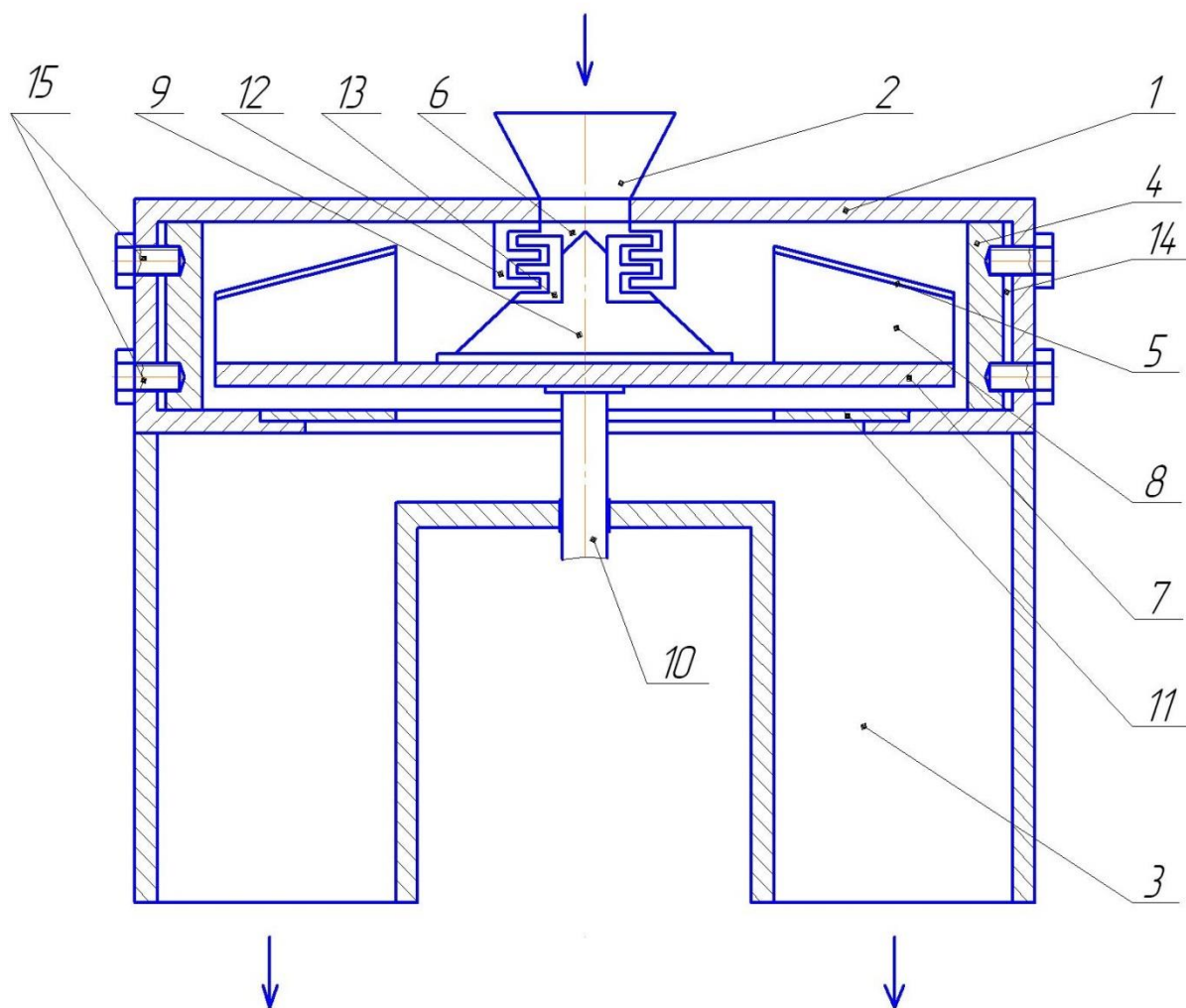


Рисунок. Центробежная мельница

Центробежная мельница работает следующим образом.

Посредством привода ускорителю придают вращение с требуемой технологической скоростью. Посредством патрубка 2 и через отверстие 6 исходный сыпучий материал подают на конусный распределитель 9. Частицы материала под действием силы тяжести попадают на плоские лопатки 13 и направляются на гребенку 12. Происходит предварительное измельчение частиц. Далее материал под действием силы тяжести попадает на конусный распределитель 9, который обеспечивает равномерное

распределение материала в ускорителе. Под действием поля центробежных сил материал поступает на ускорительные лопасти 8, которые придают материалу ускорение. Материал ударяется об отбойные элементы 4, разрушается и через течи 3 выводится из мельницы. По мере износа отбойные элементы 4 поворачиваются на 180° , чтобы использовать вторую грань для измельчения материала. Нижняя часть корпуса 1 выполнена с пазом для закрепления сменных колец 11. Используя кольца 11 с различными диаметрами отверстий можно регулировать гранулометрический состав готового продукта. Величина зазора между нижним торцом патрубка 2 для подачи исходного материала и верхней поверхностью плоских лопаток 13 определяется из условия предотвращения возможности заклинивания измельчаемого материала. По мере абразивного износа отбойные элементы 4 перемещают в горизонтальной плоскости посредством регулировочных винтов 12 для обеспечения необходимого зазора между ускорительными лопастями 8 и отбойными элементами 4.

Применение гребенки, плоских лопаток, отбойных элементов с возможностью фиксированного перемещения в горизонтальной плоскости посредством регулировочных винтов позволяет значительно интенсифицировать процесс измельчения и увеличить срок службы отбойных элементов в 1,5-2 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лапшин В.Б., Колобов М.Ю., Колобова В.В., Рязанцева А.В. Применение дезинтегратора в различных технологиях // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – Иваново, 2004. – Т. 47, вып. 8. – С. 71-75.
2. Колобов М.Ю., Лапшин В.Б., Сахаров С.Е., Абалихин А.М. Оборудование для обработки дисперсных материалов // Международная научная конференция "Теоретические основы создания, оптимизации и управления энерго- и ресурсосберегающими процессами и оборудованием". Сборник трудов. Том II. – Иваново, 2007. – С. 13-15.
3. Колобов М.Ю., Сахаров С.Е., Сахарова С.Г. Технология приготовления комбикормов // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – Иваново, 2013. – № 1. – С. 71-75.
4. Колобова В.В., Колобов М.Ю. Особенности измельчения фосфоросодержащих руд // Аграрный вестник Верхневолжья. – Иваново, 2016. – № 4 (16). – С. 77-82.
5. Колобов М.Ю., Сахарова С.Г., Сахаров С.Е. Измельчитель сыпучих материалов // Ремонт, восстановление, модернизация. – Москва, 2017. – № 1. – С. 9-12.
6. Патент № 174450, МПК В 02 С 13/14. Центробежная мельница / Колобов М.Ю., Киселев Б.Р., Мельников А.А., Мугаев К.М., Замятина Н.И.; заявитель и патентообладатель ИГХТУ. – № 2017109245; заявл. 20.03.2017; опубл. 13.10.2017, Бюл. № 29. – 6 с.

УДК 621.313

А. Б. Колобов, Ф. Б. Огурцов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

**СИНТЕЗ ОПОРНЫХ СПЕКТРОВ ВИБРАЦИИ ДЕФЕКТОВ
АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

Приведены результаты синтеза опорных спектров вибрации электромагнитных дефектов асинхронных электродвигателей, выделены основные диагностические частотные признаки дефектов.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, вибрационная диагностика, спектр вибрации, дефекты электромагнитной системы, частотные признаки дефектов.

*A. B. Kolobov, F. B. Ogurtsov***SYNTHESIS OF BASIC RANGES OF VIBRATION OF DEFECTS
ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS**

The results of synthesis of reference spectra of vibration of electromagnetic defects of asynchronous electric motors are given, the main diagnostic frequency characteristics of defects are identified.

Keywords: asynchronous electric motor, vibration diagnostics, vibration spectrum, electromagnetic system defects, frequency characteristics of defects.

Предложенные в работе [1] технологические алгоритмы диагностики электромагнитных дефектов асинхронных электродвигателей (АЭД) основаны на анализе частотных составляющих спектра вибрации, которые являются признаками дефектов. Несмотря на то, что частотный состав спектра является многокомпонентным, что вызвано взаимодействием магнитодвижущих сил (МДС) статора и ротора и созданием крутящих, изгибающих моментов и радиальных сил, большинство дефектов хорошо разделяются по логическим причинно-следственным связям и информативным признакам проявления. Приведенные алгоритмы отличаются малой разветвленностью, отсутствием обратных связей и практически односторонней направленностью анализируемого информационного потока, поэтому легко программируются.

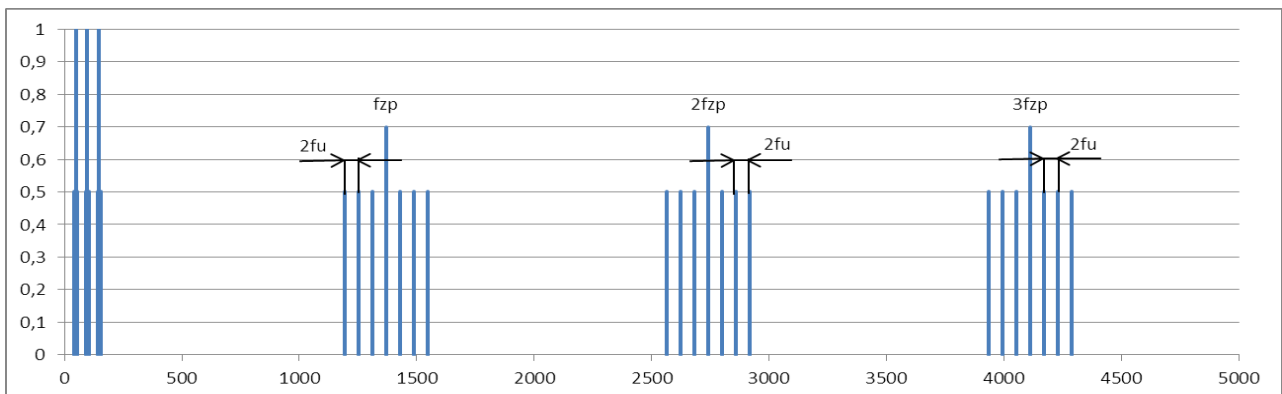
Данная статья посвящена синтезу опорных спектров (масок) вибрации электромагнитных дефектов, которые являются эталонами при распознавании дефектов в экспертных системах диагностики, построенных на основе предложенных алгоритмов.

Объектом, как и в [1], является АЭД типоразмера 4А160М2 синхронной частотой вращения 3000 мин^{-1} и скольжением $S = 0,021$. Основные частоты спектра вибрации АЭД: частота питающего напряжения $f_u = 50 \text{ Гц}$; оборотная частота ротора $f_o = 48,9 \text{ Гц}$; пазовые частоты $f_{zc} = 1762,2 \text{ Гц}$ (число пазов статора $z_c = 36$) и $f_{zp} = 1370,6 \text{ Гц}$ (число стержней/пазов ротора $z_p = 28$). Кратности синхронных компонент – гармоник оборотной частоты kf_o и пазовых частот kf_{zc} и kf_{zp} не превышают $k = 2;3$, а порядковые номера боковых полос при модуляции не более $k_l = 1;2;3$.

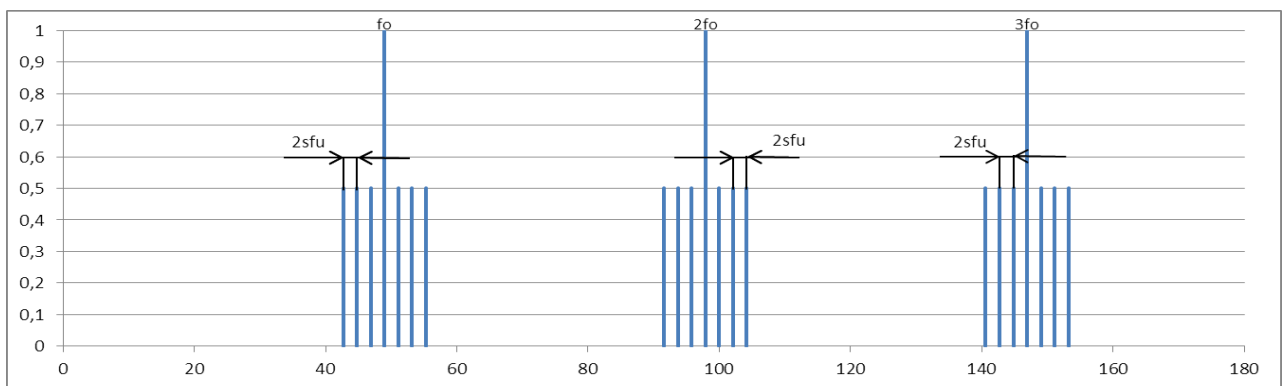
В спектре вибрации бездефектных АЭД присутствуют лишь электромагнитные составляющие с двойной оборотной частотой ротора $2f_o$ и с пазовыми частотами f_{zc} и f_{zp} [2]. Исследования показали, что для рассмотренного АЭД появление, а затем и рост амплитуд частотных компонент в низкочастотной (НЧ) области до $(10 - 12)f_u$ ($500 - 600$ Гц), свидетельствует о появлении и развитии разных видов дефектов, при этом плотность наложения частотных признаков дефектов очень высока. Например, в НЧ части спектров присутствует много частотных составляющих, как базовых (до $3f_o$) и $2f_u$, так и модуляционных компонент, представляющих боковые полосы спектра с шагом $2,1$ Гц. Поэтому для выделения составляющих в НЧ области необходим анализ с разрешением не более $1,5$ Гц (число линий спектра должно быть не менее 400).

В синтезированных опорных спектрах (масках) дефектов амплитуда частотных составляющих принята в относительных единицах. При этом концепция диагностики по спектру, а именно: появление частотной составляющей или составляющих есть признак, определяющий вид дефекта, а амплитуда составляющей – степень развития дефекта, соблюдалась.

Ниже приведены дискретные (для удобства выделения основных диагностических признаков) опорные спектры ряда электромагнитных дефектов: дефекты обмотки ротора, прежде всего, обрыв стержней (рис. 1) и динамический эксцентриситет зазора (рис. 2).

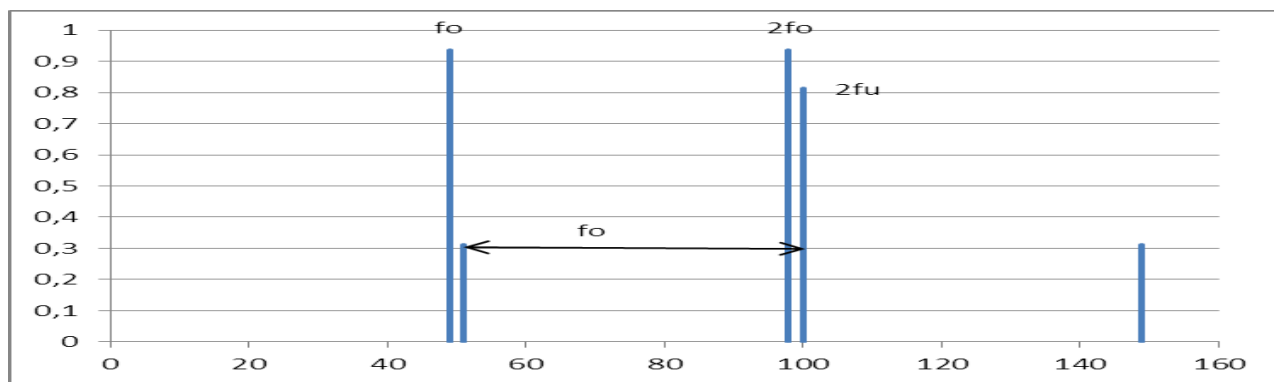


а)

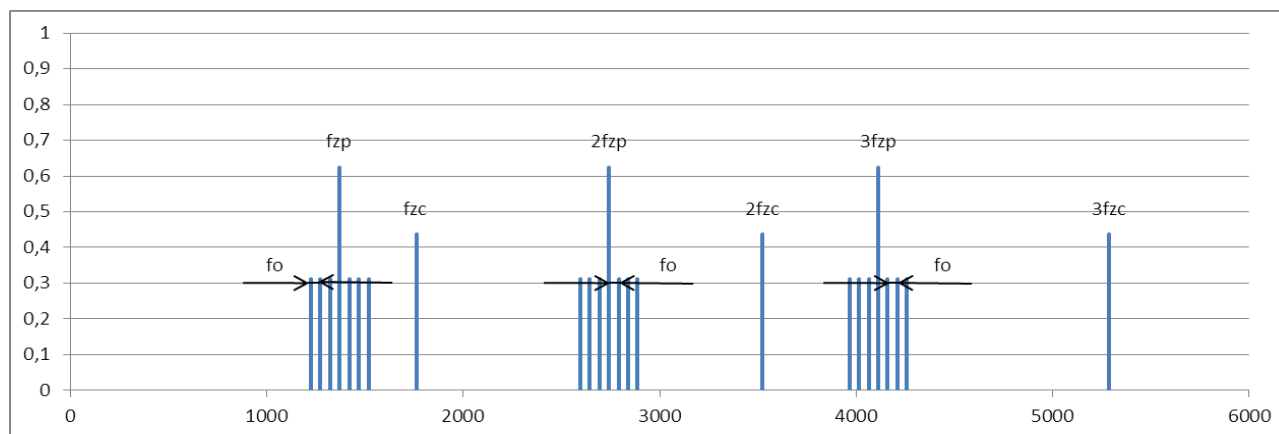


б)

Рис. 1. Спектр (а) и НЧ область спектра вибрации (б) при дефектах обмотки ротора



а)



б)

Рис. 2. НЧ (а) и высокочастотная (ВЧ) область спектра вибрации (б) при динамическом эксцентриситете зазора

Основные признаки дефектов обмотки ротора (рис. 1):

- гармоники kf_o частоты вращения ротора ($k = 1; 2; 3$) 48,9; 97,8 и 146,8 Гц с боковыми составляющими ($k_l = 1; 2; 3$) с шагом $\pm 2Sf_u = 2,1$ Гц;
- периодические компоненты – гармоники kf_{zp} пазовой частоты ротора ($k \leq 3$) $f_{zp} = 1370,6$ Гц и боковые составляющие гармоник при модуляции ($k_l = 1; 2; 3$) с шагом $\pm 2f_u = 100$ Гц.

Основные признаки динамического эксцентриситета зазора (рис. 2):

- гармоники kf_o частоты вращения ротора ($k = 1; 2$) 48,9 и 97,8 Гц; двойная частота питающей сети ($2f_u = 100$ Гц) с боковыми составляющими с шагом $\pm f_o = 48,9$ Гц;
- периодические компоненты – гармоники kf_{zp} ($k \leq 3$) пазовой частоты ротора $f_{zp} = 1370,6$ Гц и модуляционные боковые полосы ($k_l = 1; 2; 3$) с шагом $\pm f_o = 48,9$ Гц; гармоники kf_{zc} ($k \leq 3$) пазовой частоты статора $f_{zc} = 1762,2$ Гц.

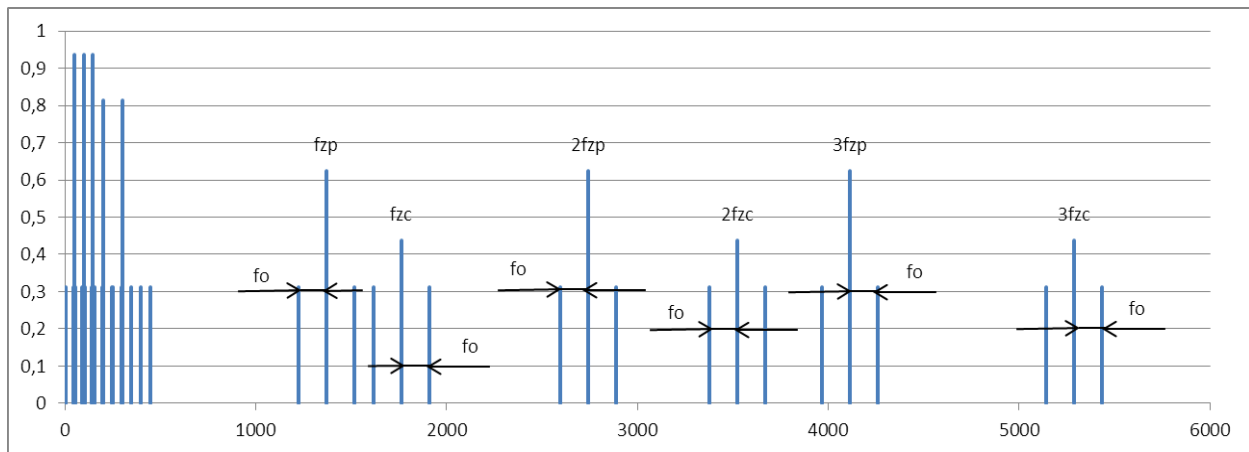
Следует отметить, что при насыщении пазовой зоны ротора и (или) статора набор модуляционных компонент может существенно изменяться, а признаки проявления дефектов, например, ротора и динамического эксцентриситета, имеют много общих периодических компонент и практически одинаковый характер модуляции

низкими частотами. На рис. 3 приведен спектр вибрации при динамическом эксцентриситете зазора при насыщении пазовой зоны ротора/статора, при этом основными признаками дефекта являются:

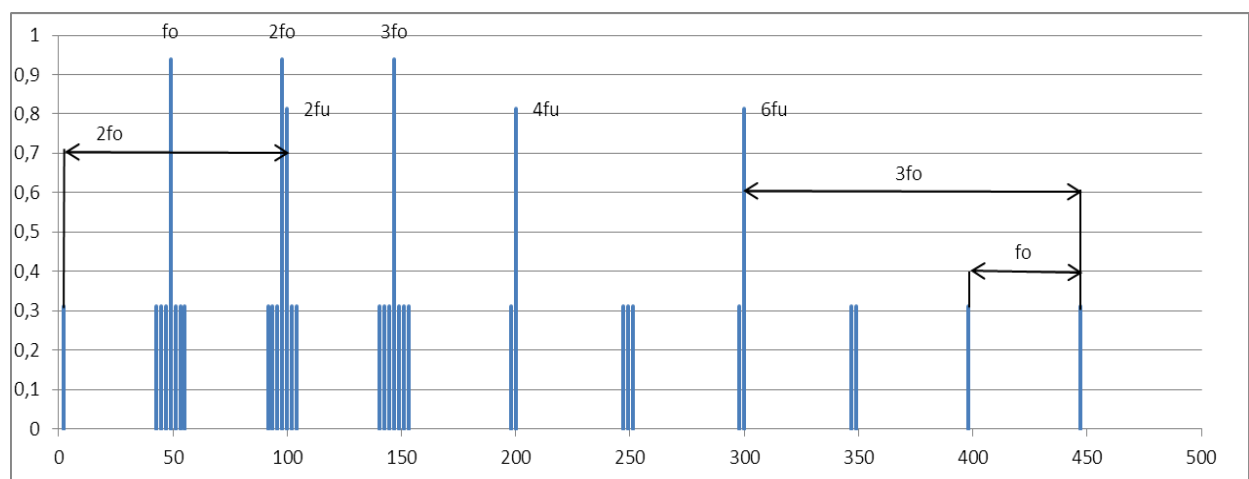
- гармоники kf_o частоты вращения ротора ($k = 1;2;3$) 48,9; 97,8 и 146,8 Гц с боковыми составляющими при $k_l = 1;2;3$ с шагом $\pm 2Sf_u = 2,1$ Гц; двойная частота питающей сети ($2f_u = 100$ Гц) с боковыми составляющими с шагом $\pm f_o = 48,9$ Гц; кратные двум частоты питающей сети ($2f_u = 100$ Гц, $4f_u = 200$ Гц, $6f_u = 300$ Гц) с боковыми составляющими при $k_l = 1;2;3$ с шагом $\pm f_o = 48,9$ Гц;

- периодические компоненты: гармоники kf_{zp} и kf_{zc} ($k \leq 3$) пазовых частот ротора $f_{zp} = 1370,6$ Гц и статора $f_{zc} = 1762,2$ Гц с боковыми модуляционными составляющими гармоник ($k_l = 1;2;3$) с шагом $\pm f_o = 48,9$ Гц.

При эксплуатации постоянная частота вращения ротора АЭД практически невозможна. Флуктуации, вызываемые изменением нагрузки, частоты сети и др., составляют 2 – 8 % от частоты вращения и приводят к сдвигу базовых частот и их гармоник относительно спектральных линий опорных спектров.



а)



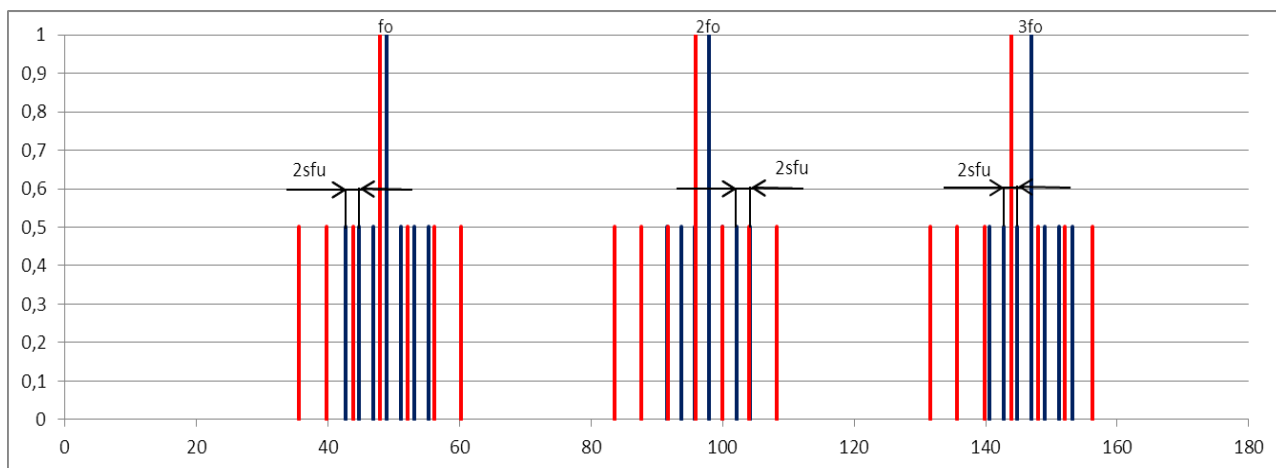
б)

Рис. 3. Спектр (а) и НЧ область спектра вибрации (б) при динамическом эксцентриситете зазора в условиях насыщения пазовой зоны ротора/статора

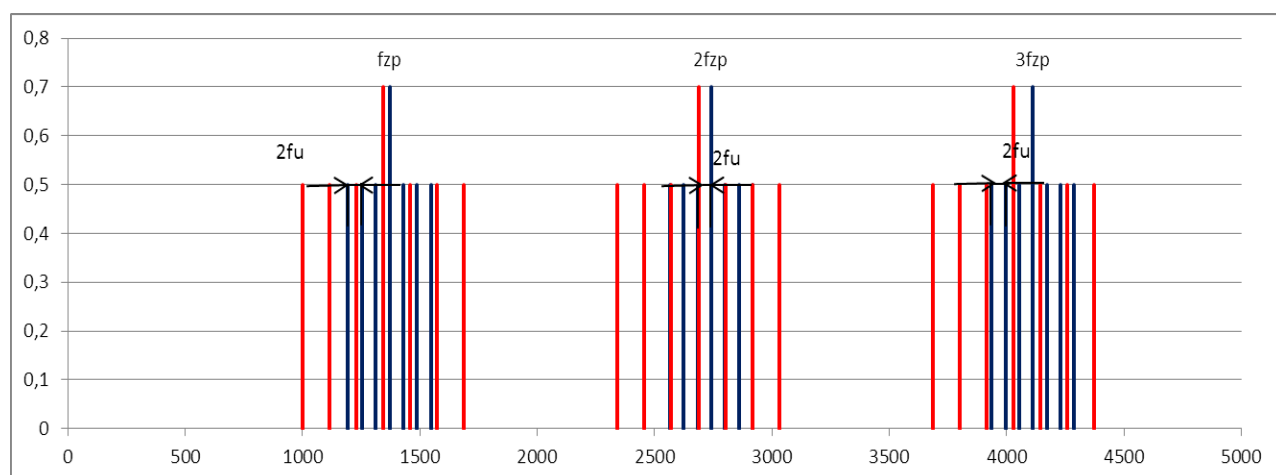
Например, уменьшение частоты вращения ротора на 2 % приводит к уменьшению оборотной частоты на 1 Гц (практически сопоставимой с шириной спектральной линии 1,5 Гц), а пазовых частот, соответственно, на 27,4 и 35,2 Гц, т.е. на несколько спектральных линий шириной 5 Гц. Вызванное этим смещение уровня спектральных линий может быть классифицировано как нераспознаваемый дефект, которого на самом деле не существует.

Поскольку, чаще всего, на практике трудно выполнить частотный анализ с синхронизацией от датчика оборотов, то необходимо произвести корректировку опорных спектров дефектов с учетом флуктуации частоты вращения, которая будет заключаться в установлении границ сдвига дискретных частотных компонент спектра в функции от изменения частоты вращения.

На рис. 4 приведены НЧ и ВЧ области спектров вибрации АЭД при номинальной частоте (дискретные линии – синий цвет) и при 2 % изменении частоты вращения ротора ($f_o = 47,9$ Гц) – красный цвет.



а)



б)

Рис. 4. НЧ (а) и ВЧ (б) области спектра дефектов ротора с учетом изменения частоты вращения ротора АЭД

Видно, что даже при незначительном изменении частоты вращения, смещение линий спектра периодических компонент и боковых полос превышает разрешающую способность анализа, поэтому опорные спектры дефектов обязательно должны иметь зоны коррекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колобов А.Б., Огурцов Ф.Б. Основные положения технологии вибродиагностики асинхронного электродвигателя при эксплуатации // Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции «Надежность и долговечность машин и механизмов», Иваново, 13.04.2017 г. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. – С. 114 – 117.
2. Ключев, В.В. Неразрушающий контроль: Справочник. В 7 т. Т.7. Вибродиагностика / В.В.Ключев и [др.]. – М.: Машиностроение, 2007. – 732 с.

УДК 621

И. А. Кононов, Р. А. Масленников, В. В. Киселев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Пожарная автоцистерна – это один из основных пожарных автомобилей пожарной техники. От времени прибытия пожарных автоцистерн на пожар зависит величина причиненного ущерба. Временной фактор определяется скоростью движения автомобиля и его динамическими характеристиками. В работе приведены расчеты временных показателей проезда поворотов автоцистернами и предложен способ повышения скорости проезда поворотов.

Ключевые слова: пожарная автоцистерна, скорость, перекресток, динамика, разгон, торможение.

I. A. Kononov, R. A. Maslennikov, V. V. Kiselev

INCREASING THE DYNAMIC AND TECHNICAL CHARACTERISTICS OF FIRE AUTOMOBILES

Fire truck - this is one of the main fire trucks of fire equipment. From the time of arrival of fire trucks to the fire depends the magnitude of the damage caused. Time factor is determined by the speed of the car and its dynamic characteristics. In the work calculations of time indicators of passage of turns by tank trucks are given and the way of increase of speed of passage of turns is offered.

Keywords: fire truck, speed, intersection, dynamics, acceleration, braking.

Различные факторы определяют временной показатель прибытия подразделений пожарной охраны к месту вызова. Одним из таких факторов является общее состояния пожарных автомобилей и их технические и динамические характеристики.

К основным техническим и динамическим характеристикам пожарного автомобиля можем отнести предельно допустимую и безопасную скорость движения. Пожарная автомобильная техника, например пожарная автоцистерна, выдвигается к месту тушения пожара в полной боевой готовности, то есть заправленная, со всеми членами экипажа и с полной цистерной воды. При проезде перекрестков или поворотов водителю приходится существенно снижать скорость, а после их проезда вновь скорость набирать. Снижение скорости движения автомобиля перед проездом опасными участками маршрута необходимо прежде всего из-за того, что центр тяжести пожарных автомобилей располагается достаточно высоко. Во избежание опрокидывания приходится снижать скорость. Также опрокидывание пожарного автомобиля может произойти при смене полосы движения при превышении некоторой скорости движения в результате разгрузки колёс одной стороны автомобиля.

Используя уравнения равновесия статики и расчетные значения центров тяжести, был выполнен расчет предельных скоростей проезда перекрестков и поворотов на угол до 90° . Вычисления проводились для пожарной автоцистерны АЦ 3,2-40/4 на базе шасси КАМАЗ 5387 (4x4). В ходе вычислений были определены зависимости минимальных безопасных радиусов поворота автомобиля на максимально допустимых скоростях.

Вес оснащенной пожарной автоцистерны принимался равным $G=87000$ Н; ширина колеи автоцистерны выбиралась от $b=2,1$ до $2,3$ м. Расчеты показали, что высота центра тяжести автоцистерны располагается на расстоянии $h=1,5$ м от поверхности земли.

На рис. 1 показана траектория движения автоцистерны на пути следования при проходе Т-образного перекрестка.

Если принимать во внимание, что автомобиль проходит перекресток с постоянной скоростью, то полное его ускорение будет соответствовать нормальной составляющей.

При движении АЦ по дуге окружности возникает нормальная составляющая силы инерции, которая и может привести к опрокидыванию автомобиля, если он будет двигаться со скоростью превышающей критическую скорость, которую будем называть – скоростью опрокидывания $V_{\text{опр}}$. Для определения скорости опрокидывания автомобиля предлагаем следующую расчетную схему (рис. 2).

В данных расчетах предполагается, что поверхность дорожного полотна является абсолютно горизонтальной, а также пренебрегаем трением колес о поверхность и фактором заноса. При проведении расчетов воспользуемся известным принципом Д. Аламбера, согласно которому система находится в равновесии, если к ней приложена сила инерции. Таким образом, данная динамическая модель становится статической и может решаться при помощи уравнений статики.

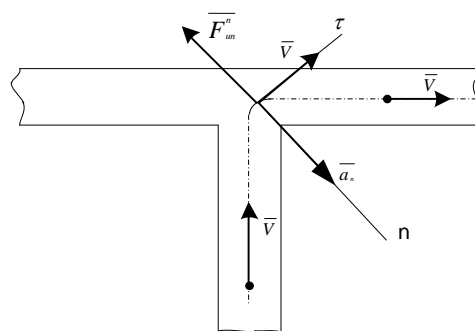


Рис. 1. Схема движения автомобиля (АЦ) на повороте

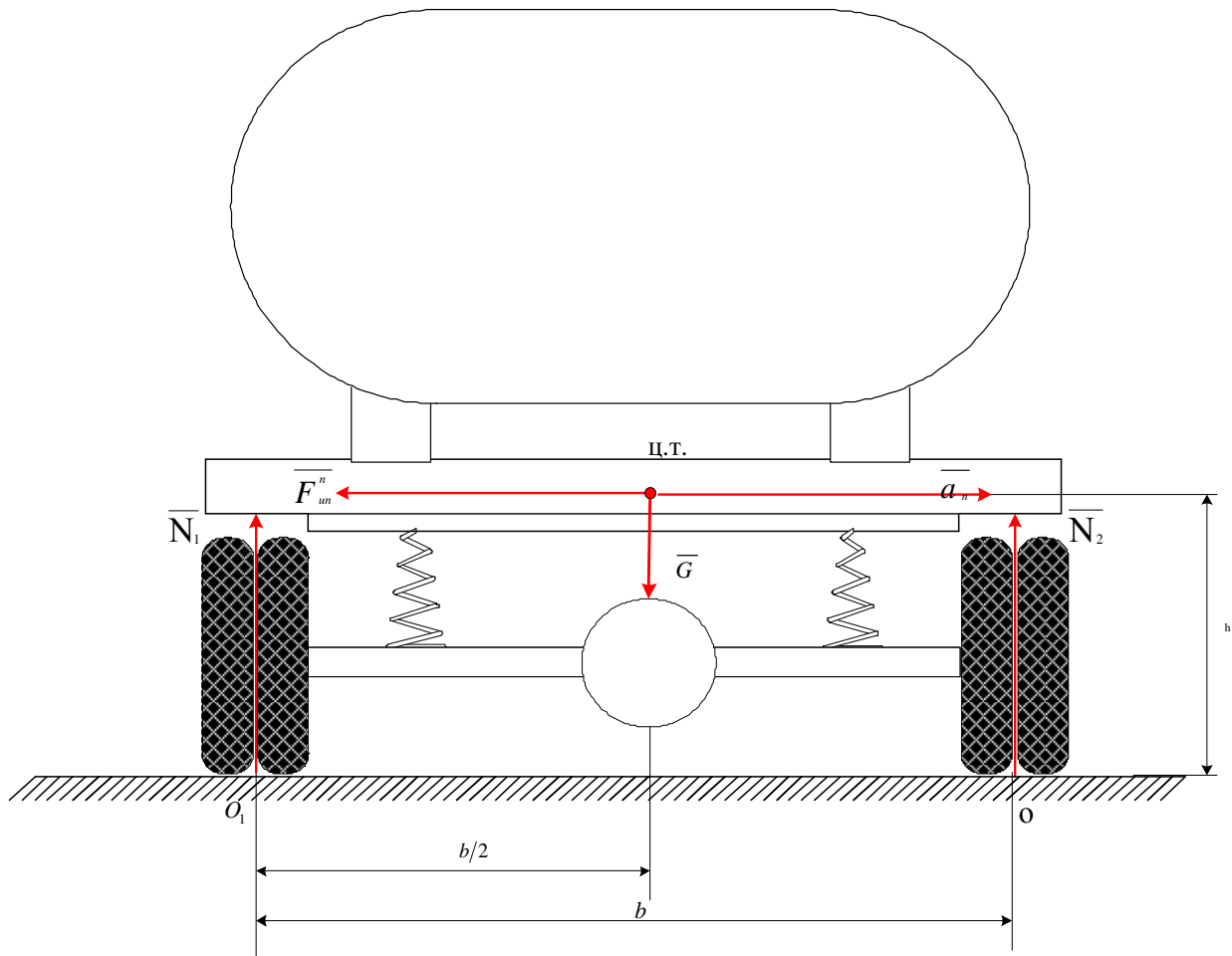


Рис. 2. Расчетная схема движения автомобиля

Значение скорости опрокидывания автоцистерны будет выражаться уравнением:

$$V \geq \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot b}{2 \cdot h}} \quad (1)$$

На рис. 3 представлены результаты расчетов, которые представляют собой зависимость между предельной скоростью проезда перекрестка и минимально необходимым радиусом поворота.

Анализ представленной на рис. 3 графической зависимости позволяет сделать вывод о том, что безопасной для проезда перекрестка или поворота автоцистерной является скорость до 20 км/час. Перекрестки с радиусом проезда свыше 5 метров и свободные от припаркованных или встречных автомобилей встречаются крайне редко. Поэтому каждый раз, проезжая поворот или перекресток водитель снижает скорость автомобиля. После снижения скорости водителю вновь требуется ее набирать. Следовательно, каждый такой перекресток увеличивает длительность прибытия пожарных и спасателей к месту вызова.

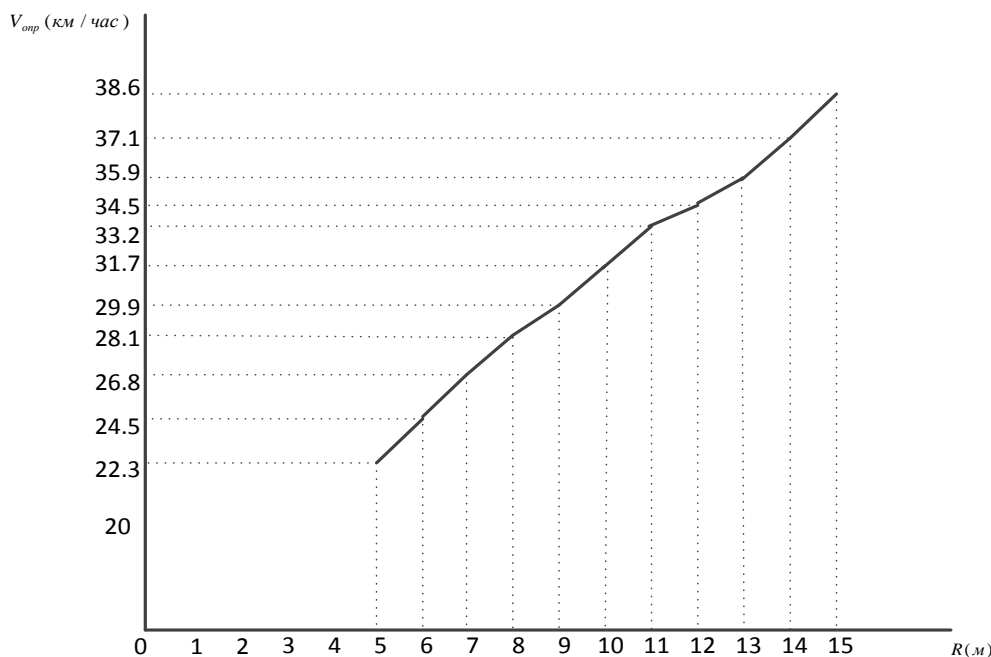


Рис. 3. Схема зависимости предельной скорости проезда т-образного перекрестка от радиуса поворота

Динамические характеристики пожарной автоцистерны АЦ 3,2-40/4 на базе шасси КАМАЗ свидетельствуют о том, что время разгона до 100 км/ч автоцистерны с полной нагрузкой составит около 40 с. Воспользовавшись кинематическими расчетами, определили, что при средней скорости движения автоцистерны 80 км/ч, разгон с 20 км/ч до 80 км/ч займет 24 секунды. Следует также учесть время на торможение автомобиля, которое составит около 6 секунд. Таким образом, получаем, что на прохождение одного перекрестка или крутого поворота тратится около 30 секунд.

Увеличение скорости проезда криволинейных участков позволит сократить время прибытия пожарных подразделений к месту тушения пожара. Одним из возможных путей решения этого вопроса может стать снижение центра тяжести пожарной автоцистерны. Это может быть достигнуто различными способами, например установкой в двигательный отсек другого типа двигателя. В настоящее время на шасси пожарных автомобилей устанавливают рядные вертикальные двигатели, которые просты в обслуживании, надежны, но центр тяжести таких двигателей находится достаточно высоко. Существуют рядные двигатели с горизонтальным расположением цилиндро-поршневой группы.

Опыт применения таких типов двигателей существует. Ими оснащались «Икарусы». На известный автобус устанавливали рядные двигатели, блок цилиндров которых лежал «на боку», почти параллельно земле. Такая компоновка двигателя дает ряд преимуществ: пол в кабине может быть абсолютно ровным, увеличивается комфорт экипажа, снижается центр тяжести, а, следовательно, и устойчивость автомобиля. Предварительные расчеты показали, что при установке такого типа двигателя на шасси пожарной автоцистерны позволят снизить ее центр тяжести 5-7 см. Снижение центра тяжести на указанную величину приведет к повышению скорости проезда крутых поворотов и перекрестков. Например, проезд т-образного перекрестка с радиусом по-

ворота 5 м становится возможным со скоростью 28.9 км/ч, что превышает существующее значение на 29 %. Пропорционально росту скорости сократится и время прибытия пожарной автомобильной техники на пожар.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кимстач И.Ф., Девлишев П.П., Евтюшкин Н.М.* Пожарная тактика М., 1984.
2. *Киселев В.В.* К вопросу надежности деталей тормозных механизмов пожарных автомобилей // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2016 г. – № 54.
3. *Киселев В.В.* Сравнительный анализ кинематических пар кривошипно-шатунных механизмов двигателей пожарной техники // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2016 г. – № 54.

УДК 614.846.63:004.94

С. Г. Короткевич, В. А. Ковтун

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ЦИСТЕРНЫ ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Представлены результаты исследований напряжённо-деформированного состояния конструкций цистерн пожарных автомобилей с применением подходов адаптивного компьютерного моделирования. Проведены проектные расчёты для оптимизации существующих конструкций по критерию запаса прочности с учётом различных режимов эксплуатации.

Ключевые слова: автоцистерны, динамика, деформация, компьютерное моделирование, проектирование, оптимизация конструкций.

S. G. Korotkevich, V. A. Kovtun

DESIGN AND OPTIMIZATION OF THE FIRE TANK TRUCK CONSTRUCTION BY THE METHOD OF COMPUTER SIMULATION

The results of researches of the stress-strain state of the fire tank truck construction with application of approaches of adaptive computer modeling are presented. Computational models were developed for optimization of structures according to the criterion of margin of safety with different modes of operation.

Keywords: tank truck, dynamics, deformation, computer modeling, research, engineering design, structural optimization.

Введение. Сложившаяся в настоящее время тенденция повышения полезного объема при одновременном снижении материалоемкости за счет применения тонкостенных конструкций чешоиданного сечения (рис. 1) при производстве цистерн пожарных автомобилей приводит к существенному повышению уровня напряженно-

деформированного состояния [1]. При движении такого типа конструкций динамические воздействия направлены перпендикулярно стенке, металл работает на изгиб или на сдвиг. В связи с этим, чтобы обеспечить необходимую эксплуатационную надёжность, требуется утолщать стенки или вводить значительное количество рёбер жесткости, что приводит к недопустимому утяжелению конструкции. Вследствие того вблизи мест соединения частей оболочек, а также других мест резкого изменения их формы возникает значительная концентрация напряжений.

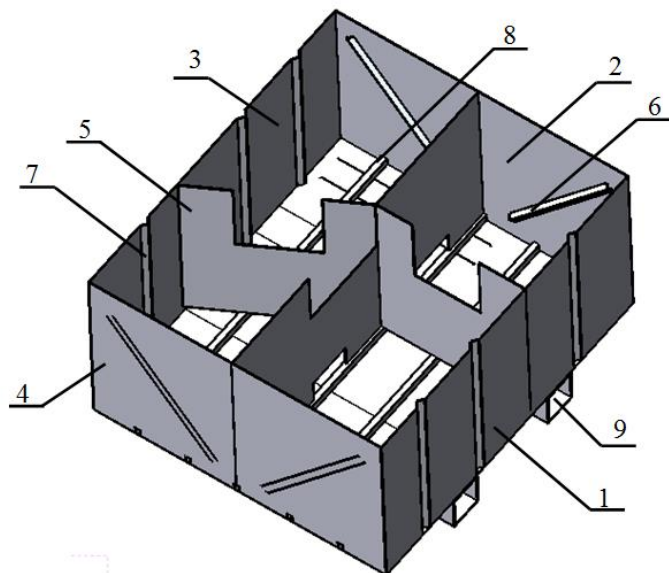


Рис. 1. Конструкция цистерны пожарного автомобиля (без верхней стенки):
1, 3 – передняя и задняя стенки цистерны, 2, 4 – боковые стенки цистерны, 5 – внутренние волноломы, 6, 7 – рёбра жесткости, 8 – поперечные усиления в виде П-образных профилей, 9 – продольные лонжероны

Возникающие при эксплуатации динамические нагрузки приводят к нарушению герметичности по причине появления трещин в местах сварных соединений волноломов с оболочкой цистерны, а также угловых местах сварки стенок конструкции. Поэтому выбор мест установки рёбер жесткости основанный на научно-обоснованных подходах позволит значительно увеличить срок эксплуатации конструкции.

В результате проведённой научно-исследовательской работы разработана адаптивная конечно-элементная модель цистерны пожарного автомобиля в программном комплексе ANSYS, позволяющая проводить исследования напряжённо-деформированного состояния в зависимости от различных эксплуатационных режимов.

В работе предложен новый методологический подход, основанный на совокупном использовании результатов экспериментальных измерений и компьютерного моделирования [2]. Задача динамического моделирования напряжённо-деформированного состояния решается при помощи разработки расчётной компьютерной модели и адаптации её к эксплуатационным режимам движения. Результат достигается путём применения в настройках программного комплекса ANSYS измеренного специальным оборудованием значения ускорения, возникающего от вибрации элементов контролируемой при движении конструкции.

Для проведения эксперимента была выбрана пожарная автоцистерна пятитонного водоизмещения на базе шасси МА3-5337. Построение расчётной модели осуществлялось в программном комплексе ANSYS. После ввода в параметрах настройки «Hydrostatik Acceleration» измеренного максимального значения ускорения во вклад-

ке «Equivalent Stress» был произведен расчет эквивалентных напряжений по Мизесу [3-5], после чего были получены картины распределения полей напряжённо-деформированного состояния в конструкции цистерны. На рис. 2 выделены наиболее подверженные деформациям зоны.

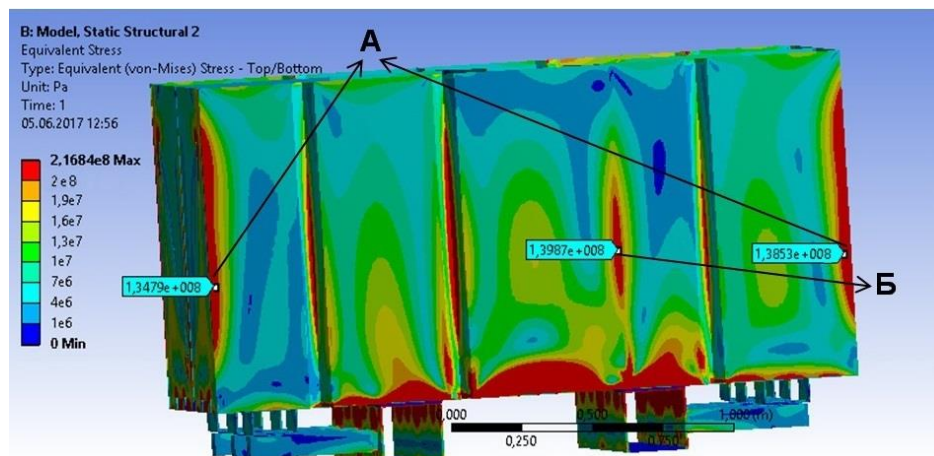


Рис. 2. Модель распределения полей эквивалентных напряжений по Мизесу в конструкции цистерны (вид спереди): зона А – сварное соединение боковой, передней и задней стенок; зона Б – стыковое сварное соединение внутреннего волнолома и передней стенки

Полученные результаты моделирования хорошо согласуются со сведениями о проблемных местах в конструкциях цистерн данного типа, предоставленным производственно-техническими центрами МЧС. Для снижения возникающих нагрузок в зонах А и Б предложена дополнительная установка козынок в различных исполнениях. На рис. 3 (а) козынка выполнена в виде полосы и расположена в вертикальной плоскости под углом 45 градусов к находящимся в контакте стенкам. На рисунке 3 (б) козынка выполнена в виде уголка и расположена вертикально под углом 90 градусов.

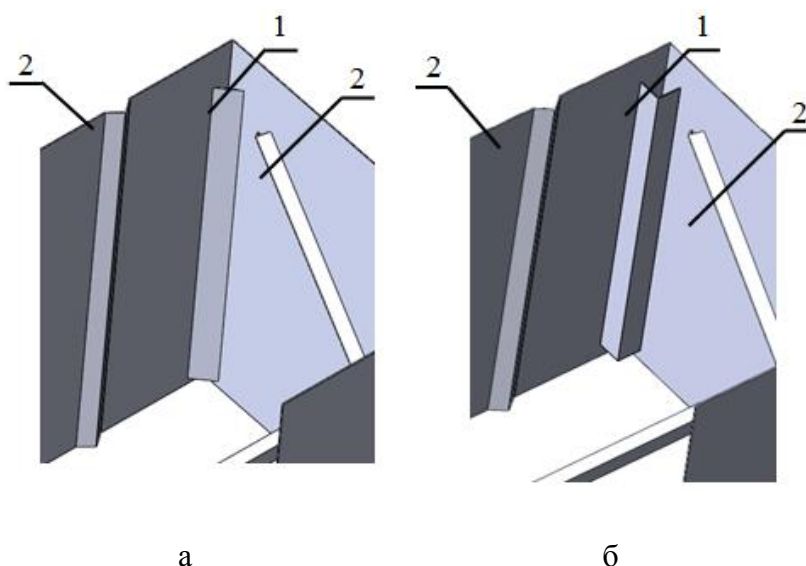


Рис. 3. Фрагмент углового соединения боковой и задней стенок цистерны пожарного автомобиля: 1 – козынка, 2 – рёбра жесткости

Был проведён расчёт построенных моделей. На рис. 4 представлены результаты расчёта с установкой косынки в виде полосы, которая по результатам сравнительного анализа оказалась наиболее эффективным решением.

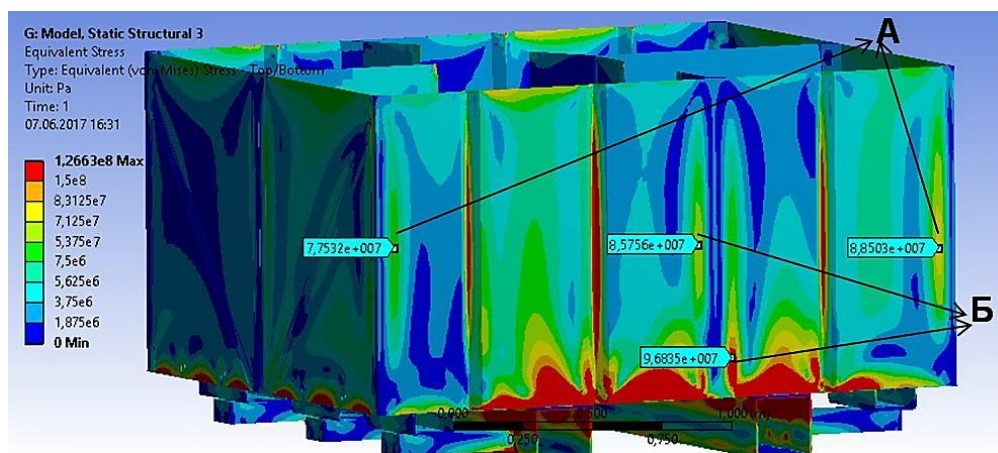


Рис. 4. Модель распределения полей эквивалентных напряжений по Мизесу в конструкции цистерны (вид спереди)

В таблице представлены результаты компьютерного моделирования.

Таблица. Результаты компьютерного моделирования

Режим	Зоны максимальных напряжений	Исходная конструкция		Дополнение косынкой в виде полосы		Дополнение косынкой в виде уголка	
		σ_{\max} , МПа	Коэффициент запаса прочности, n	σ_{\max} , МПа	Коэффициент запаса прочности, n	σ_{\max} , МПа	Коэффициент запаса прочности, n
С учётом max значения измерения ускорения	зона А	138	1,23	89	1,91	98	1,73
	зона Б	145	1,17	97	1,75	115	1,47

Таким образом, на основании проведенного по разработанной методике расчёта и анализа полученных значений возникающих напряжений предложены изменения в исследуемую конструкцию цистерны. Результаты исследований были использованы при ремонте с целью оптимизации существующей конструкции ёмкости для жидкости, а также при проектировании новых образцов цистерн пожарных автомобилей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести // Минск: Высшая школа. 1993. 512 с.

2. *Короткевич С.Г., Ковтун В.А.* Оценка эксплуатационной надёжности топливных баков с опорами креплений зерноуборочных комбайнов методом компьютерного моделирования // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. 2017. № 4(71). С. 10-18.

3. *Каплун А.Б., Морозов Е.М.* ANSYS в руках инженера: Практическое руководство; под. ред. А.В. Войтик. М.: Едиториал УРСС. 2003. 272 с.

4. *Бенерджи П.Р.* Методы граничных элементов в прикладных науках // Москва: Мир. 1984. 494 с.

5. *Елисеев К.В., Зиновьева Т.В.* Вычислительный практикум в современных САЕ-системах // Компьютерное моделирование. Санкт-Петербургский Государственный политехнический университет. 2008. С. 36-54.

УДК 621.01

С. Э. Кузьева, В. П. Зарубин, И. А. Легкова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ ИЗНОСА УЗЛОВ ТРЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

В статье рассматривается главный в общей проблеме трения вопрос, смазки и износа.

Ключевые слова: трение, износ, масла, смазки, пожарная техника, работоспособность.

S. E. Kuziaeva, V. P. Zarubin, I. A. Legkova

TO THE QUESTION OF WEAR OF FRICTION UNITS OF FIRE EQUIPMENT

The article deals with the main problem of friction, lubrication and wear.

Keywords: friction, wear, oil, grease, fire engineering, performance.

Особое место в отрасли транспортного машиностроения занимает развитие производств противопожарной и спасательной техники. Все мы понимаем, что без современной и мощной научно-технической базы невозможно решить весь комплекс проблем, связанных с обеспечением защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

В настоящее время в подразделениях ГПС МЧС России эксплуатируется более 15000 основных пожарных автомобилей, более 3500 специальных пожарных автомобилей и свыше 13500 единиц оперативно-служебного транспорта. Одновременно на вооружении у подразделений находится около 200 наименований пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования. И все это перечисленное оборудование следует содержать в надлежащем порядке, обеспечивая его надежность и нормативный срок службы [1].

Вполне естественно столь важную и дорогостоящую технику необходимо поддерживать в хорошем рабочем состоянии и в постоянной боевой готовности. Это может быть достигнуто своевременным качественным обслуживанием пожарной техники и применением современных высокоэффективных смазочных материалов.

Весьма важным моментом является сокращение времени прибытия к месту вызова, что напрямую зависит от степени боевой готовности пожарного автомобиля. Специалисты считают, что в случае задержки прибытия оперативных расчетов к месту пожара, резко возрастают размеры социально-экономических последствий от огня. По оценке английских специалистов [2], например, потеря каждой минуты при следовании на пожар в середине 70-х годов приводила к гибели двух человек на каждые 100 пожаров и дополнительной потере 60-70 фунтов стерлингов в производственных и других нежилых помещениях. Аналогичные оценки имеются в американских работах. Исследования также показывают, что потери от пожара в течение первых 10 минут составляют 1500-2000 фунтов стерлингов в минуту, затем растут в ускоряющемся темпе. Приводятся также данные о влиянии внедренной в округе Вест-Мидленс (Великобритания) современной компьютерной системы (стоимостью 5 млн. фунтов стерлингов) на сокращение времени прибытия к месту вызова пожарных подразделений. Отмечено, в частности, что в 60% пожаров время прибытия подразделений сократилось на 2 минуты, что дало уменьшение годовых потерь на 10 млн. фунтов стерлингов [3]. Это означает, что чем быстрее прибывает первый оперативный расчет (и все остальные) к месту вызова, чем совершеннее дислокация пожарных подразделений, тем выше эффективность их деятельности.

Актуальной задачей современного машиностроения является рациональное применение смазочных материалов, определяющих во многих случаях работоспособность и долговечность машин. Сложные условия эксплуатации современных машин резко повысили требования к смазочным материалам. В результате этого получила дальнейшее развитие теория смазочного действия, особенно при граничном трении. Возникла необходимость глубокого изучения механизмов и закономерностей механического и физико-химического действия смазок различного состава при различных условиях трения. Особое значение приобретает применение присадок к смазочным маслам [4].

Вопросы износа являются главными в общей проблеме трения, смазки и износа. Каждый новый шаг в развитии машин, механизмов и приборов связан с изучением явлений, протекающих в зоне контакта деталей, с учетом прочностных характеристик поверхностей и их разрушения (износа). В борьбе с износом на первом месте стоит задача создания общей теории сопротивления изнашиванию материалов. Эта теория необходима для обоснованного применения конструкционных, технологических и эксплуатационных средств по устранению недопустимых патологических процессов повреждаемости и достижению минимального износа.

Трение, смазка и износ в машинах органически связаны между собой. Невозможно говорить о решении задачи износостойкости без привлечения представлений теории трения и смазки или о разработке смазочной техники и материалов без понимания сущности явлений трения и износа. Неразрывная связь между задачами трения, смазки и износа всегда выступает на первый план в исследовательских работах, имеющих прикладное направление. Между тем, эти три взаимосвязанные области во многих теоретических работах рассматриваются раздельно как самостоятельные.

В теоретических исследованиях наиболее разработана механическая сторона явлений, при этом физические представления в большинстве случаев противоречивы или недостаточны, химические явления еще менее изучены. Мало используются последние достижения тех дисциплин, которые должны составлять основу науки о трении, смазке и износе, не являющейся самостоятельной среди естественных наук. Ее

основные положения и законы должны основываться на синтезе достижений многих смежных дисциплин: механики упругих и пластических сред, реологии, металловедения, физики твердого тела, физической химии, химии поверхностных явлений и др. Таким образом, можем сделать вывод о том, что поле деятельности в данном направлении является чрезвычайно широким.

Одной из главных причин недостаточного качества отечественной спасательной техники является низкая культура не только ее изготовления, а также эксплуатации, обслуживания и ремонта. Обслуживающий технику персонал не всегда информирован о возможностях эффективного влияния на ее качество посредством изменения условий эксплуатации, используя последние достижения в области трибологии, такие как: современные смазочные материалы, специальные средства и технологии. Следует отметить, что в определенной степени это является следствием недостаточной подготовленности и информированности инженерно-технических кадров в данной области, отсутствия даже во многих передовых высших технических учебных заведениях курсов дисциплин по трибологии – науке о трении, изнашивании и смазке машин и оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Киселев, В.В., Топоров А.В., Пучков П.В.* Повышение надежности пожарной техники применением модернизированных смазочных материалов / В.В. Киселев, А.В. Топоров, П.В. Пучков // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2010. №3. С. 24-28.
2. *Боден, Ф.П., Тейбор Д.* Трение и смазка / Ф.П. Боден, Д. Тейбор / перевод с англ. под ред. И.В. Крагельского. – М.: Машиностроение, 1960. – 151 с.
3. *Виноградов, Г.В., Подольский Ю.Н.* Механизм противозадирного и антифрикционного действия смазочных сред при тяжелых режимах граничного трения. – О природе трения твердых тел / Г.В. Виноградов, Ю.Н. Подольский. – Минск: Наука и техника, 1971. – 293 с.
4. Перспективы применения нанопорошков силикатов в смазочных материалах, используемых в пожарной технике / В.П. Зарубин, В.В. Киселев, А.В. Топоров, и др. // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. - Т. 22. - № 5. С. 65-70.

УДК 614.846.63

В. Ю. Курочкин, Л. А. Гаенкова, В. В. Кичайкин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ГОТОВНОСТИ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Проанализированы особенности эксплуатации двигателей пожарных автомобилей. Предложен электроподогреватель охлаждающей жидкости для установки на пожарный автомобиль.

Ключевые слова: двигатель, пожарный автомобиль, тепловой режим, отрицательные температуры, электроподогреватель.

V. Yu. Kurochkin, L. A. Gaenkova, V. V. Kichaikin

DEVELOPMENT OF TECHNICAL SOLUTIONS TO IMPROVE THE OPERATIONAL READINESS OF FIRE-FIGHTING VEHICLES WHEN OPERATING IN CONDITIONS OF NEGATIVE TEMPERATURES

Features of operation of engines of fire trucks are analyzed. Offers of electric coolant heater for installation on fire truck.

Keywords: engine, fire car, the heat mode, negative temperature imager, electric heater.

Важное место при определении соответствия конструкции автотранспортного средства условиям и режимам эксплуатации отводится их двигателю внутреннего сгорания (ДВС). Низкие температуры воздуха, удерживающиеся в ряде регионов России в течение более чем 6 месяцев, и связанные с ними проблемы инженерного обеспечения оперативных действий подразделений ГПС, целесообразно рассматривать с точки зрения специфики эксплуатации пожарного автомобиля (ПА) [1].

Основную часть времени ПА находится в боевом расчете. В случае вызова он используется для оперативной доставки сил и средств к месту вызова (причем сокращение времени прибытия создает объективные предпосылки для проведения эффективного боевого развертывания и своевременного сосредоточения необходимых сил и средств на решающем направлении), для тушения пожара и спасания людей.

ПА, состоящий в боевом расчете, может находиться в одном из следующих режимов: ожидания (дежурства) или использования по назначению. В ожидании выезда, ПА находится в подразделении в состоянии постоянной боевой готовности. При этом все его агрегаты имеют температуру, равную температуре окружающего воздуха в гараже или более высокую (при наличии местного подогрева). Для обеспечения комфортных условий при обслуживании и надежного запуска ДВС температура в гараже должна поддерживаться не ниже $+16^{\circ}\text{C}$ [2].

Режимы эксплуатации ПА определяют особенности работы их агрегатов [3]. При выезде, следовании на пожар и возвращении в часть нагружены ДВС, силовая передача и ходовая часть. ПА работает в транспортном режиме. Причем при выезде все агрегаты включаются в работу при максимальных нагрузках без предварительного подогрева и прогрева. Пониженное тепловое состояние механизмов и систем ведет к снижению мощностных показателей двигателя, КПД трансмиссии, ухудшает динамические показатели ПА, увеличивает износ агрегатов, снижая долговечность ПА.

К основным особенностям эксплуатации ПА можно отнести относительно небольшие радиусы выезда, при которых агрегаты не успевают выйти на нормальный тепловой режим, а также наличие стационарного нагрузочного и холостого хода режимов.

Водитель ПА, выезжая по вызову, не имеет времени на прогрев ДВС. При непрогретом ДВС и «холодной» трансмиссии мощность, подводимая к ведущим колесам ПА существенно меньше, чем при прогретых агрегатах. Это обусловлено двумя факторами. Во-первых, у непрогретого ДВС увеличивается доля тепла, расходуемого на нагрев самого двигателя (особенно дизельного), у него велики потери на преодоление сопротивлений, обусловленных вязкостью смазочных материалов (мало значение механического КПД). Кроме того, у «холодного» ДВС плохо организован рабочий процесс (уменьшается эффективный КПД). Во-вторых, в непрогретых агрегатах

силовой передачи значительные потери на перемешивание масла. Таким образом, при выезде ПА к его ведущим колесам подводится порядка 60-80% мощности, которую в этот момент может развивать непрогретый ДВС. Все перечисленное приводит к уменьшению примерно на 20% средней скорости движения ПА в зимний период по сравнению с летним, потере мощности, перерасходу топлива, усиленному износу деталей. Важным резервом увеличения средней скорости ПА при следовании по вызову является повышение интенсивности прогрева ДВС в начальный период движения.

Температурный режим жидкостной СО — один из важных факторов, влияющих не только на мощность и экономичность, но и еще в большей степени на надежность и долговечность работы ДВС. Последнее особенно важно в современных условиях, когда значительная часть (34,03%) парка ПА страны выработала свой ресурс.

При повышении нагрузочного режима ПА рост износа не имеет прогрессивного характера, как в случае изменения скоростного или температурного режима. Тем не менее, переход с одного нагрузочного режима на другой оказывает крайне неблагоприятное влияние на техническое состояние АТС. Между тем именно в таких неустановившихся режимах преимущественно эксплуатируется ПА (многократные разгоны и торможения, частые изменения дорожного сопротивления и условий движения, короткие ездки и т.п.). Послепусковой прогрев ДВС, в том числе на ходу, также относится к числу неустановившихся режимов работы [4], которые, применительно к ПА, характеризуются непостоянством частоты вращения коленчатого вала, крутящего момента и теплового состояния с течением времени.

Неустановившийся режим отличается от установившегося, прежде всего нестабильностью амплитуд изменения показателей, значительно большим их размахом и в большинстве случаев затухающим характером их изменения после устранения источника нестационарности. В то же время, необходимо указать на совершенно различный характер нестационарности параметров рабочего процесса, крутящего момента и частоты вращения вала при пуске и прогреве ДВС, при переходе с одного установившегося режима на другой, при сбросах и набросах нагрузки, при маневрировании АТС, при резком изменении температуры атмосферного воздуха и т.д. Чем резче переход от одного режима к другому, тем больше амплитуда колебаний температур и напряжений.

Инерционные явления сказываются не только на выходных показателях, но и на протекании рабочего цикла. В неустановившихся режимах изменяются наполнение, топливоподача, характер тепловыделения и теплопередачи; возрастает динамическая нагрузка цикла; менее благоприятным становится гидродинамический режим работы системы смазки. Все это приводит к тому, что эффективные показатели и топливная экономичность ДВС понижаются, при этом возрастает износ основных деталей и понижаются показатели надежности.

Сокращая, тем или иным образом, продолжительность послепускового прогрева ДВС, появляется возможность уменьшить суммарный износ деталей ЦПГ.

В первоначальный период после запуска не все впрыскиваемое в цилиндр дизельное топливо сгорает и, оседая на стенках гильзы, может выполнять роль дополнительной смазки и разжижать масло, оставшееся на поверхностях деталей от предыдущей работы. Это явление сдерживает темп износа колец и гильзы, особенно ее верхнего пояса. Таким образом, очевидно, что любые технические решения, улучшающие условия смазки пары цилиндр-поршневое кольцо должны приводить к снижению низкотемпературного износа [5].

Обобщая вышеизложенное можно предположить, что причина износа деталей ЦПГ будет в основном определяться длительностью работы ДВС на пониженном тепловом режиме, т.е. во время его прогрева, пробегов на короткие расстояния, продолжительной работой на холостом ходу, особенно в зимнее, осенне-весеннее время года, а также при эксплуатации с частыми и длительными остановками, каковые как раз и характерны для ПА. Следовательно, зависимости износа деталей и продолжительности прогрева ДВС от температуры окружающего воздуха при прочих равных условиях должны быть близки по своему характеру.

Воздействие отрицательных температур на ДВС может иметь и отдаленные негативные последствия. Так, вследствие пониженного теплового режима работы и переобеднения горючей смеси процесс горения идет недостаточно интенсивно, т.е. с меньшими скоростями, несвоевременно, что приводит к увеличению потерь тепла в стенки цилиндра, менее эффективному преобразованию его в механическую работу и, в конечном итоге, к снижению мощности и ухудшению экономичности.

В отечественных ПА для создания и поддержания необходимого теплового режима ДВС применяется стандартный теплоизолирующий комплекс (штатные жалюзи / шторка, термостат, отключаемый вентилятор, наружный утеплительный чехол на капот и облицовку радиатора). Однако устранить переохлаждение ДВС при эксплуатации ПА в условиях суровой и продолжительной зимы с помощью штатных и дополнительных средств не всегда возможно, поскольку они имеют ряд существенных недостатков. Так, например, все средства регулирования количества воздуха, проходящего через радиаторы системы охлаждения двигателей АТС обладают теми или иными недостатками - недостаточно полно перекрывают доступ воздуха к радиатору, требуют больших затрат мощности на привод, сложность конструкции и эксплуатации, отсутствие саморегулируемости. В дополнении к стандартному теплоизолирующему комплексу ДВС отсутствуют другие технические решения по форсированию послепускового прогрева двигателя ПА зимой, кроме как использования теплоты ОГ [6], электроподогрева СО [7] и системы смазки [8].

В литературе отсутствуют данные о тепловом режиме ДВС при его работе на холостом ходу при ежедневном техническом обслуживании и при использовании ПА на пожарах в качестве резервного.

Отсутствуют также данные по темпам охлаждения систем ДВС после его останова на спокойном воздухе пожарного депо, равно как и при стационарной работе зимой на привод спецагрегата на месте вызова. В то же время при низкой температуре атмосферного воздуха остывание теплоносителя в СО происходит очень быстро.

Таким образом, основной задачей исследования стал анализ имеющихся технических решений, интенсифицирующие выход двигателей на номинальную мощность и разработка решений для предпускового прогрева ДВС без существенного усложнения/изменения конструкции ПА.

Стоит заметить, что подогреватели тосола по своему типу делятся для использования на:

1. Бензиновых двигателях;
2. Дизельных двигателях.

Каждый из данных типов устройств может иметь различный принцип работы и разные технические характеристики.

По принципу работы данные устройства делятся на:

1. Бензиновые (дизельные);

2. Электрические.

Электрические подогреватели охлаждающей жидкости в свою очередь работают от:

1. Сети 12 или 24 В, которые запитываются от аккумулятора автомобиля, или от зарядного устройства.
2. От сети в 220 В.

Как уже было сказано ранее, существует множество моделей систем подогрева. Ранее в работах был произведен анализ различных отечественных и зарубежных предпусковых подогревателей. Было показано, что подогреватели электрические жидкостные средней мощности являются наиболее оптимальными для применения их на пожарных автомобилях.

В данной работе особое внимание уделено модернизированному электроподогревателю охлаждающей жидкости, выполненному на основе электроподогревателя «Старт-М» (рисунок).

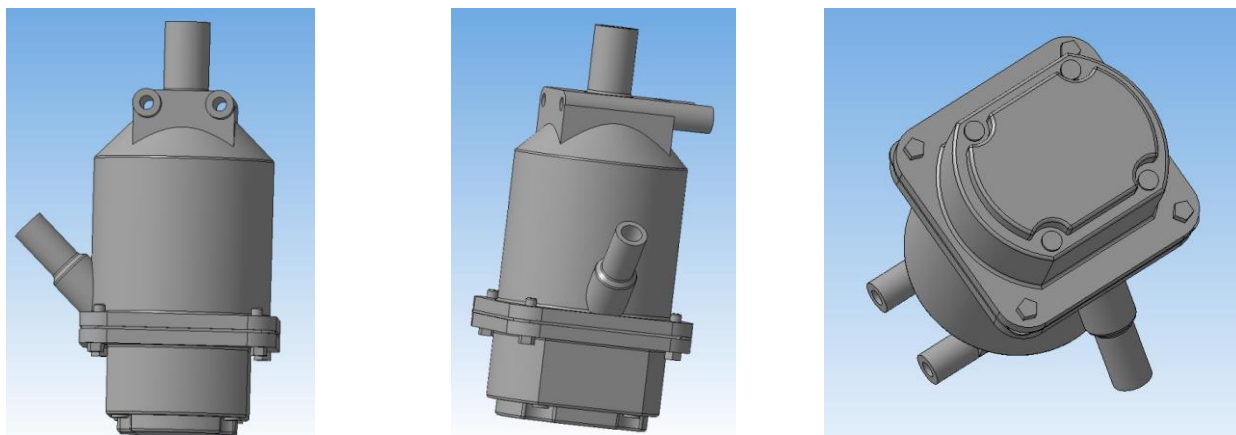


Рисунок. Модернизированный электроподогреватель жидкостной «Старт-М»

Таблица. Технические характеристики подогревателя «Старт-М»

Наименование	Значение
Род тока	Переменный, частота 50Гц
Номинальное напряжение	220 В
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Степень защиты	IP 34
Масса не более	0,785 кг
Габаритные размеры	170×84×104 мм
Потребляемая мощность	1,5; 2 кВт
Температура срабатывания (отключения) терморегулятора	85 °С
Температура возврата (включения) терморегулятора	65 °С
Температура срабатывания (отключения) аварийного терморегулятора	125 °С
Стоимость	От 1700 до 2200 рублей

Электроподогреватель не требует специальных знаний для установки на автомобиль, удобства пользования при его подключении к электросети. Вилка с электро-

шнуром, подключенным к электроподогревателю, может крепиться на решетку облицовки радиатора или на бампер автомобиля.

Принцип работы электроподогревателя:

Охлаждающая жидкость (тосол, антифриз) нагревается ТЭНом в корпусе подогревателя. Вследствие меньшей плотности нагретая жидкость начинает направленно циркулировать и поступать в рубашку охлаждения двигателя. Место нагретой жидкости занимает более холодная. Так устанавливается естественная термосифонная циркуляция охлаждающей жидкости. Встроенный во входной штуцер шариковый клапан препятствует выбросу нагретой жидкости во входной рукав при повышении давления в корпусе электроподогревателя. Терморегулятор автоматически поддерживает температуру охлаждающей жидкости в заданных пределах, а аварийный термовыключатель предотвращает выход из строя подогревателя при отсутствии в нем охлаждающей жидкости (двойная степень защиты). Время разогрева двигателя от 40-60 минут до 1,5 ч., зависит от климатических условий (температура, ветер), а также от условий стоянки автомобиля (открытая стоянка, гараж пожарного депо).

Достоинства:

1. Горизонтальное исполнение исключает возможность попадания охлаждающей жидкости в электрическую часть подогревателя;
2. Клапан шариковый обеспечивает направленность циркуляции ОЖ, защищает электроподогреватель от перегрева и делает подогрев более эффективным при различных схемах монтажа;
3. Терморегулятор обеспечивает включение и выключение электроподогревателя в заданных температурных пределах, что защищает устройство от перегрева и экономит электроэнергию;
4. Термовыключатель (аварийный) обеспечивает выключение электроподогревателя в аварийных ситуациях (недостаточное количество охлаждающей жидкости или ее отсутствие), при выходе из строя терморегулятора;
5. Кнопка возврата термовыключателя обеспечивает включение термовыключателя при аварийном срабатывании, что делает эксплуатацию электроподогревателя более безопасной, долговечной и удобной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность. Статистический сборник. Статистика пожаров и их последствий / Под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО МЧС России. - 2012. - 137 с.
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 23.12.2014 №1100н «Об утверждении правил по охране труда в подразделениях Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы».
3. Яковенко Ю.Ф., Кузнецов Ю.С. Техническая диагностика пожарных автомобилей.- М.: Стройиздат, 1989. – 288 с.
4. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей. Вырубов Д.Н., Иващенко Н. А. и др.; Под ред. Орлина А. С., Круглова М.Г. - М.: Машиностроение, 1983. - 372с.
5. Григорьев М.А. и др. Особенности изнашивания цилиндров автомобильных двигателей при работе на пониженных тепловых режимах. - М.: Труды НАМИ, № 159. 1976.- 115с.
6. Гулин С.Д., Шульгин В.В. и др. Аккумулирование теплоты отработавших газов // Автомобильная промышленность. 1994, № 3.

7. Желваков Е.М., Безбородько М.Д. Как улучшить эксплуатацию автомобиля? // Пожарное дело. 1997, № 11.

8. Робустов В.В., Певнев Н.Г. и др. Исследования ленточных электрических подогревателей моторного масла для автомобилей // Труды СибАДИ. - Омск: Изд-во СибАДИ, 1998. - Вып.2, ч.1.

УДК 629.373

В. Ф. Кушляев*, **И. И. Цыган***, **А. В. Игнатьева***, **К. К. Найдюк***, **В. А. Леонов****,
А. И. Ильин***

* ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

** ООО «ЕЗСМ «Континент»

*** АО «МК «Витязь»

ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ И ПОЖАРНЫХ МАШИН ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Даны основные определения проходимости и устойчивости сочлененной аварийно-спасательной машины модульного принципа компоновки (АСМ), рассмотрены факторы, определяющие проходимость и устойчивость АСМ в условиях низких температур, предложены способы повышения проходимости и устойчивости АСМ при проектировании и эксплуатации.

Ключевые слова: сочлененная аварийно-спасательная машина (АСМ), модульный принцип компоновки машины, факторы, определяющие проходимость и устойчивость АСМ, способы повышения проходимости и устойчивости АСМ на стадии проектирования и эксплуатации.

V. F. Kushlaev, I. I. Tsygan, A. V. Ignatieva, K. K. Naydyuk, V. A. Leonov, A. I. Il'in

ENHANCE THE PERMEABILITY AND STABILITY OF RESCUE AND FIRE FIGHTING VEHICLES IN THE DESIGN AND OPERATION

Given the basic definition of permeability and stability of an articulated wrecking machine modular layout principle (AFM), examines the determinants of the permeability and stability of ASM in low temperature conditions, ways of improving permeability and stability of ASM at the stage of design and operation.

Keywords: articulated emergency rescue vehicle of high passability (AFM), modular principle of machine layout, factors determining the passability and stability of AFM, methods of increasing the passability and stability of AFM at the stage of design and operation.

Проходимость и устойчивость машин, применяемых в чрезвычайных ситуациях - это совокупность свойств, обеспечивающих эффективное и безопасное применение машины в условиях временных сезонных дорог, бездорожья, глубокого снеж-

ного покрова, низких минусовых температур, а также при преодолении различных препятствий.

Для оценки факторов и рассмотрения основных способов повышения проходимости и устойчивости машин приняты универсальные аварийно-спасательные и пожарные машины (АСМ), разрабатываемые заводами ООО «ЕЗСМ «Континент», ООО «ВЕЛМАШ-С» (рис. 1) и заводом АО «МК «Витязь» на базе сочлененных шасси (рис. 2).

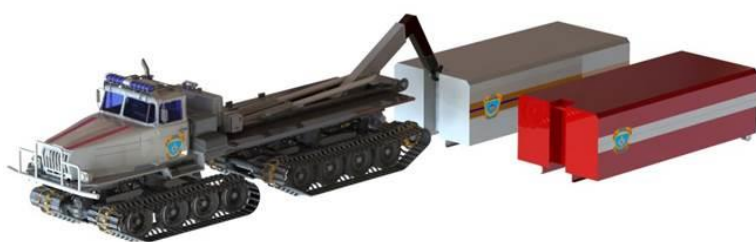
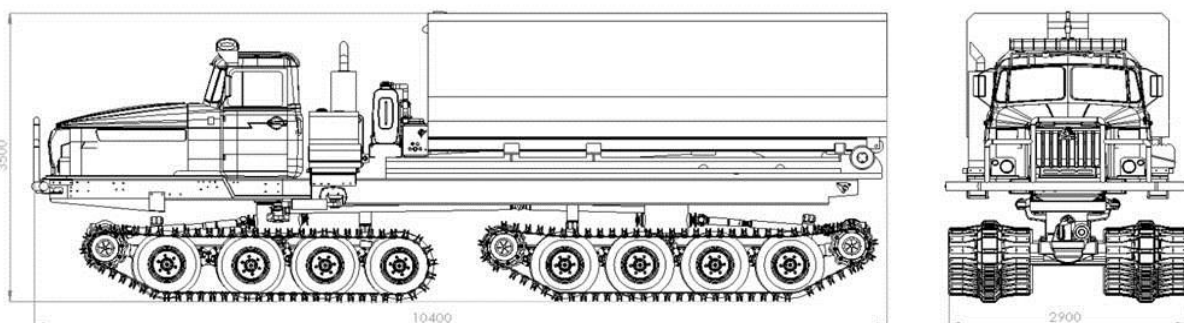


Рис. 1. Гусеничная сочлененная аварийно-спасательная машина завода ООО «ЕЗСМ «Континент» со сменными модулями-контейнерами: белый – аварийно-спасательный, (поисковый, медицинский, пассажирский, командный); красный – пожарный

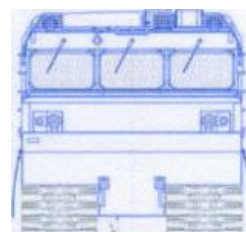
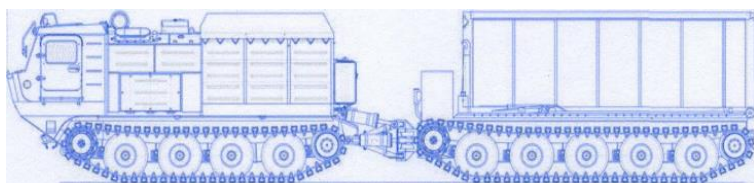


Рис. 2. Аварийно-спасательная машина повышенной проходимости модульного принципа компоновки на базе сочлененного шасси гусеничного транспортера ДТ-10ПМ, завода АО «МК «Витязь»

Универсальность создаваемых сочлененных двухзвенных гусеничных машин повышенной проходимости обеспечивается их многофункциональностью, а также тем, что они разрабатываются на базе шасси, серийно выпускаемых заводами ООО «ЕЗСМ «Континент» и АО «МК «Витязь» и применением сменных модулей-

контейнеров (аварийно-спасательные, поисковые, медицинские, пассажирские, командные, пожарные), предназначенные для предотвращения и ликвидации ЧС, доставки необходимого оборудования, технических специалистов, медицинских работников в труднодоступные зоны ЧС и для тушения лесных и торфяных пожаров.

Унификация создаваемой машины обосновывается модульным принципом компоновки шасси и технологического оборудования и использованием узлов, систем и деталей серийных машин [2,3].

Таблица 1. Технические характеристики аварийно-спасательной машины ООО «ЕЗСМ «Континент»

1	Двигатель, мощность, л.с.(кВт).	Дизельный, ЯМЗ-238М2, 240 (176)
2	Масса снаряженной АСМ, т	18
3	Масса перевозимого модуля (контейнера) с грузом, т	8
4	Максимальная скорость движения, км/ч	30
5	Среднее удельное давление на грунт, кПа, (кгс/см ²)	21,4 (0,22)
6	Максимальный преодолеваемый подъем, %, (°)	580 (30)
7	Гусеницы резино-металлические, ширина, мм	970
8	Габаритные размеры, мм	10400x2900x3500
9	Координаты центра тяжести снаряжен. АСМ: мм	5400x1200x90

На рис. 2 представлена аварийно-спасательная машина повышенной проходимости завода АО «МК «Витязь». В табл. 2 даны технические характеристики машины.

Таблица 2. Технические характеристики аварийно-спасательной машины завода АО «МК «Витязь»

1	Двигатель, тип, мощность, л.с.(кВт)	В-46-5С, 710(522)
2	Масса снаряженной АСМ, т	23,5
3	Масса перевозимого модуля (контейнера) с грузом,	10
4	Объем модуля (контейнера), куб.м	24
5	Максимальная скорость движения, км/ч	44
6	Среднее удельное давление на грунт, кПа, (кгс/см)	0,23
7	Максимальный преодолеваемый подъем,%(°)	35
8	Глубина преодолеваемого брода, м	1,8
9	Наименьший радиус поворота, м	13,5
10	Экипаж боевого расчета, включая водителя, чел.	5
11	Трансмиссия	гидромеханическая
12	Подвеска	торсионная независимая

Все факторы, которые определяют проходимость машин в условиях Крайнего Севера можно разделить на природные, производственные, эксплуатационно-технологические, технические и конструктивные [1,4,5].

Основные факторы, определяющие проходимость и устойчивость АСМ при движении по дороге и бездорожью систематизированы и приведены в табл. 3.

Таблица 3. Основные факторы, влияющие на проходимость и устойчивость АСМ

№	Факторы
1	Природные факторы: низкие температуры окружающего воздуха (до минус 60°С); вечная мерзлота; снежная целина; глубина снежного покрова; заболоченная поверхность тундры; полярная ночь; ветер; дождь; метель; полярная пурга; сложный рельеф местности; подъемы и спуски; крутизна склонов; наличие единичных препятствий; низкая несущая способность грунтов, снежного покрова; масса (объем) предмета труда и его распределение на единице площади.
2	Производственные факторы: производительность машин при ликвидации аварии в зависимости от времени и технологии; оснащение машин специальными комплектами технологического оборудования; состав, назначение и количество машин в работе.
3	Эксплуатационно-технологические факторы: состав и структура комплекса машин; режимы эксплуатации машин; технологические схемы ликвидации аварий, разборки завалов, локализации лесных пожаров; параметры груза и скорость его перемещения; коэффициент сцепления и т.д.
4	Технические факторы: Компоновочная схема машины, шасси, технологического оборудования, рабочих органов; эксплуатационная масса машины; мощность двигателя; удельная мощность машины; грузоподъемность машины; сила тяги на крюке и скорость машины на различных передачах; площадь опорной поверхности гусениц; продольная и поперечная базы машины; дорожный просвет машины; среднее удельное и максимальное давление гусениц (колес) машины на грунт; углы свеса; углы продольной и поперечной устойчивости; координаты центра тяжести, база и ширина колеи.
5	Конструктивные факторы: Компоновочная схема машины, шасси, технологического оборудования, рабочих органов; конструкция ходовой системы, размеры опорных катков и гусениц, тип подвески; конструкция трансмиссии, параметры и расположение технологического оборудования, конструкция днища машины, параметры системы управления, параметры кабины.

Испытаниями и расчетами установлено, что чем больше опорная площадь машины, чем ниже расположен ее центр тяжести машины и чем шире колея, тем выше ее устойчивость и проходимость. Безусловно все эти параметры имеют свои оптимальные значения и ограничения. Опорная поверхность машины определяется шириной и длиной опорной поверхности гусениц. Установлено, что увеличение длины гусеницы дает больший эффект, чем ее уширение. Уширение гусениц машин повышенной проходимости возможно, но в рациональных пределах и с учетом условий использования. При увеличении ширины гусеницы увеличивается ширина колеи. Это ведет к увеличению потерь на прессование грунта, которые прямо пропорциональны ширине гусеницы. Внутренние потери в широкой гусенице также выше. Преимущество увеличения длины опорной поверхности гусеницы заключается в меньших потерях на буксование, меньшем сопротивлении вследствие взаимодействия машины с опорной поверхностью, особенно на слабых грунтах. При более длинной и узкой опорной поверхности гусениц увеличивается значение удельной силы тяги на крюке и снижается амплитуда продольных колебаний машины [1,2,3,5].

Наиболее рациональным способом повышения проходимости и продольной устойчивости машины является применение сочлененной конструкции ходовой, состоящей из двух и более тележек. Такая компоновка позволяет также повысить грузоподъемность и скорость машины (рис. 1).

Совершенствование общей компоновки машины и конструкции ходовой системы, наряду с улучшением технических параметров играет большую роль в повышении проходимости и тягово-сцепных свойств специальных машин повышенной проходимости. Указанное совершенствование идет за счет более рационального размещения технологического оборудования на базовом шасси, за счет изменения конструкции подвески и гусениц ходовой системы.

Для обеспечения проходимости и устойчивости машин, предназначенных для работы в условиях Крайнего Севера, должен быть осуществлен комплекс мероприятий при их проектировании (конструкторской разработке) и эксплуатации. Обоснование параметров проходимости и устойчивости на стадии проектирования является наиболее важной задачей, способствующей наибольшей эффективности использования машины. Проектирование необходимо выполнять с учетом всех факторов и условий эксплуатации машины, а специальные АСМ в Арктической зоне РФ. Методы повышения проходимости машины на стадии проектирования приведены в табл. 4 [2,3,4,5.6].

Таблица 4. Основные способы повышения проходимости и устойчивости АСМ на стадии проектирования

№ п/п	Способ
1	Компоновка, конструкция и параметры АСМ должны обеспечивать функционально-технологическое назначение машины и время цикла, указанное в ТЗ
2	Оптимизация компоновки технологического оборудования (манипулятор, рабочие органы, модуль-контейнер)
3	Увеличение поперечной и продольной базы машины
4	Снижение высоты центра тяжести машины за счет оптимальной компоновки узлов и систем
5	Оптимизация мощности двигателя
6	Совершенствование ходовой системы и конструкции гусениц.
7	Увеличение ширины гусениц.
8	Совершенствование опорных катков и увеличение их ширины.
9	Применение гидравлического и электрического привода ходовой системы
10	Применение автоматизированной системы управления и совершенствование конструкции и параметров кабины.
11	Применение контрольно-предупредительных элементов в системе управления (звуковой, световой, наглядное табло)

Способы обеспечения проходимости и устойчивости АСМ на стадии эксплуатации Для оценки проходимости может использоваться средняя и максимальная скорость движения машины. При большой скорости при резком торможении может произойти опрокидывание машины. На повороте существенное значение для проходимости и устойчивости машины имеют не только скорость движения, но и радиус пово-

рота и скорость поворота. Резкий поворот может в определенных условиях явиться основным фактором, вызывающим нарушение устойчивости машины и снижение проходимости.

У современных машин заводов ООО «ЕЗСМ «Континент» и АО «МК «Витязь», имеющих сравнительно низкое расположение центра тяжести и широкую колею, опрокидывание без предварительного бокового скольжения (заноса) практически маловероятно. Они могут произойти лишь с машинами, нагруженными большими габаритными грузами, расположенными высоко над кузовом на временных дорогах или бездорожью с большим поперечным уклоном. Случаи же бокового скольжения (заноса) при неосторожном движении по скользким, мокрым, обледенелым и временным дорогам и бездорожью могут быть наиболее вероятными [1,3,4].

Максимальную допустимую скорость движения машины на поворотах до появления бокового скольжения можно определить по следующей формуле:

$$V_c = g K_{с.г.} R, \quad (1)$$

где: V_c – максимальная скорость на повороте до появления опасности бокового скольжения машины, м/сек;

g – ускорение силы тяжести, м/сек²;

$K_{с.г.}$ – коэффициент сцепления гусениц (колес) с грунтом;

R – радиус поворота машины, м.

Во всех случаях при заносе на машины действует боковая (поперечная) сила, которая возникает от неровностей дороги или неравномерного сцепления гусениц (ходовой) с дорогой. Боковая сила появляется при всяком отклонении машины от прямолинейного направления [1,4].

В тех случаях, когда машина движется по кривой, возникающую боковую силу называют центробежной силой. В результате действия центробежной силы при резком повороте на большой скорости машина может опрокинуться.

Для определения максимальной скорости движения машины до опрокидывания, в том числе на повороте, предлагается формула:

$$V_{max} = \sqrt{g R B / 2hg}, \quad (2)$$

где: V_{max} – максимальная скорость движения на повороте до появления опрокидывания машины;

g – ускорение силы тяжести, м/сек²;

R – радиус поворота машины, м;

B – колея машины, м;

hg – высота центра тяжести, м.

При эксплуатации АСМ в условиях Крайнего Севера кроме влияния низких температур (до минус 60°С), как уже было отмечено, необходимо учитывать наличие вечной мерзлоты, полярной ночи, снежную целину, сложный рельеф, полярную пургу, заболоченную поверхность тундры. В ряде отраслей разработаны стандарты по климатическому районированию страны, технические требования к машинам в исполнении для холодного климата («ХЛ»), указаны способы эффективной эксплуатации машин в экстремальных условиях [1,2].

Для оценки проходимости машины по грунту пользуются коэффициентом сцепной массы, определяемым делением массы, приходящейся на гусеницы (колеса) на общую массу машины.

Для эксплуатационной оценки проходимости машин можно также рекомендовать показатель η равный отношению транспортной работы машины $m_{п}V$ к эксплуатационной массе машин

$$\eta = \frac{m_{п}V}{m_{м}}, \quad (3)$$

где $m_{п}$ – средняя масса перевозимого груза за период наблюдений, кг;

V – средняя скорость движения машины за период наблюдений, км/ч;

$m_{м}$ – эксплуатационная масса машины, кг.

Для разработки рекомендаций по дальнейшему развитию и совершенствованию машин МЧС с целью повышения их проходимости требуется выполнить анализ взаимосвязей эксплуатационных свойств и параметров, оценить тяговый и мощностной балансы машины в зависимости от массы (объема) перевозимого груза и скорости его перемещения.

Основные методы контроля и обеспечения проходимости АСМ на стадии эксплуатации приводятся в табл. 5.

Таблица 5. Способы контроля и обеспечения проходимости и устойчивости машины

№	Способы (методы) контроля и обеспечения проходимости и устойчивости машины
1	Скорость и направление движения машины
2	Конструкция и контроль тормозной и поворотной системы
3	Уклон и состояние опорной поверхности
4	Конструкция гусениц, уменьшающая поперечное проскальзывание машины
5	Оптимальная загрузка платформы (оптимальное размещение груза) равномерно на грузовой платформе с учетом снижения центра масс и равномерной загрузки по каткам
6	Размещение технологического оборудования при движении (например, транспортное положение манипулятора вперед, над толкателем и др.)
7	Поворот технологического оборудования (например, манипулятор с рабочим органом в сторону противоположную уклону)

Таким образом, двухзвенные сочлененные гусеничные (колесные) машины, обладающие хорошей профильной и опорной проходимостью, низким удельным давлением на грунт могут гарантированно использоваться в течение всего года в регионах с тяжелыми грунтовыми и климатическими условиями. Анализ факторов и способов повышения проходимости и устойчивости аварийно-спасательных машин на базе сочлененных шасси показывает большие потенциальные возможности повышения эксплуатационных свойств данных машин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 22.9.24-2014. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Машины аварийно-спасательные. Классификация. Общие технические требования.
2. *Степанов А.П.*»Сочлененные гусеничные и колесные машины высокой проходимости. Журнал «Техника и вооружение» № 5, 8, 9, 10, 11, 12, 2003 г.
3. *Кушляев В.Ф.* К вопросу оценки продольной и поперечной устойчивости специальных машин повышенной проходимости//В.Ф. Кушляев, А.В. Яблокова Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. Химки: ФГБОУ ВПО АГЗ МЧС России. - 2014. №4. - С.103-108.
4. *Бруданов А. М.* Обзор существующих конструкций для повышения проходимости автомобиля категории М1 // Молодой ученый. — 2016. — №12. — С. 216-220.
5. *Канделя, М.В.* Стратегия и проблемы применения высокопроходимой техники для выполнения федеральной целевой программы по развитию Дальнего Востока/ М.В.Канделя, В.Н.Рябченко, А.В.Липкань//.-Сб.науч.тр.- Хабаровск: ТОГУ, 2008. - с. 216 - 226.
6. *Major J.C.Larimine.* Gelandegangigkeit von militarfahrzeugen internationale wehrrevue, 1988, No 4.

УДК 629.373

В. Ф. Кушляев**, *О. В. Кушляева**

*ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

**АО «Машлес»

**МЕТОДИКА ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Методика включает рабочий алгоритм поиска оптимального решения, состоящего из блоков исходных данных, ввода параметров управления, формирования ограничений, формализации критериальной функции. Оптимизация компоновки выполнены исходя из наиболее эффективного выполнения механизмом его эксплуатационных функций и повышения его надежности. С использованием предлагаемого метода могут оптимизироваться компоновки рабочих органов существующих аварийно-спасательных и пожарных машин.

Ключевые слова: методики, рабочий алгоритм, поиска оптимального решения, блок исходных данных, параметры управления, формирование ограничений, формализация критериальной функции, оптимизация компоновки механизма.

V. Ph. Kushljaev, O. V. Kushljaeva

**METHODS OF OPTIMAL DESIGN OPERATING PARAMETERS
OF WORKING BODIES OF MACHINES USED IN EMERGENCIES**

The technique includes a working algorithm for finding the optimal solution consisting of blocks of source data, input control parameters, formation of constraints, formalization of the criterion function. Optimization of the layout is made on the basis of the most effective performance mechanism of its operational functions and improve its reliability. With the use of the proposed

method, the layout of the working bodies of existing rescue and fire trucks can be optimized.

Keywords: methods, working algorithm, search for the optimal solution, source data block, control parameters, formation of restrictions, formalization of the criterion function, optimization of the mechanism layout.

Общие положения

Дана сущность координатного метода оптимизации компоновки рабочих органов аварийно-спасательных и пожарных машин. С использованием координатного метода разработаны и использованы на машиностроительных заводах методики оптимизации компоновки захватного устройства, срезающего механизма, валочного устройства, гидроманипулятора лесных транспортно-технологических машин [1,2,3].

Методики включают рабочий алгоритм поиска оптимального решения, состоящего из блоков исходных данных, ввода параметров управления, формирования ограничений, формализации критериальной функции. Оптимизация компоновки захватного механизма выполнена на стадии конкретных расчетов рабочих органов, гидроманипуляторов, по заявкам заводов, при модернизации выпускаемых машин. Формирование критериальной функции в каждом случае выполнено исходя из наиболее эффективного выполнения данным механизмом или устройством его эксплуатационно-технологических функций. В выводах отмечается, что с использованием координатного метода могут оптимизироваться компоновки рабочих органов существующих АСМ или транспортно-технологических машин. При создании новых машин оптимизации должны подвергаться предпочтительные компоновочно-кинематические схемы рабочих органов, полученные за счет ретроспективного анализа патентных материалов и другой научно-технической информации [1,2].

На рис. 1 и рис. 2 даны машины, оснащенные гидроманипулятором с рабочим органом – клещевой (грейферный) захват.

Машина ТСК-Ф75 предназначена для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и выполнения других транспортных работ в сложных условиях Крайнего Севера.

Аварийно-спасательная машина АСМ-20-06 предназначена для проведения оперативных спасательных работ при возникновении аварий, техногенных и природных катастроф, чрезвычайных ситуаций в условиях бездорожья и в тяжелых природно-климатических условиях.

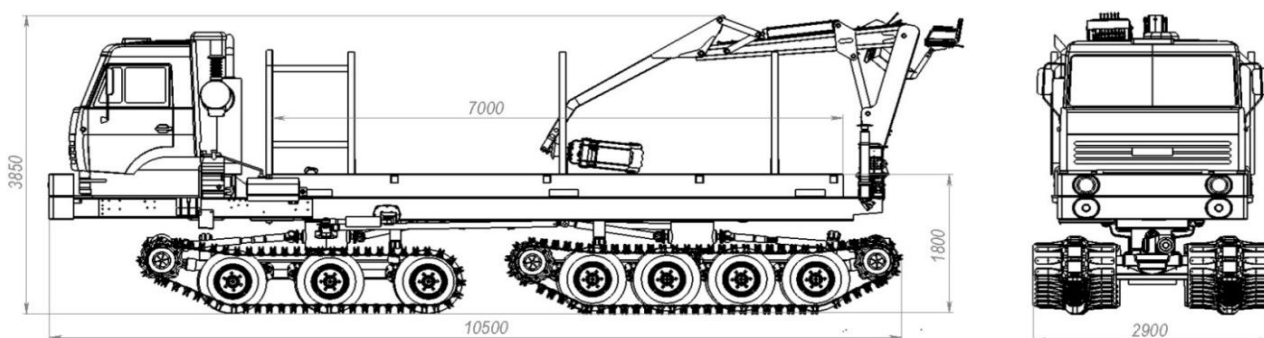


Рис. 1. Транспортно-технологическая машина «форвардер» ТСК-Ф75 с гидроманипулятором и клещевым (грейферным) захватом, расположенными над задним звеном шасси (Завод ООО «ЕЗСМ «Континент»)

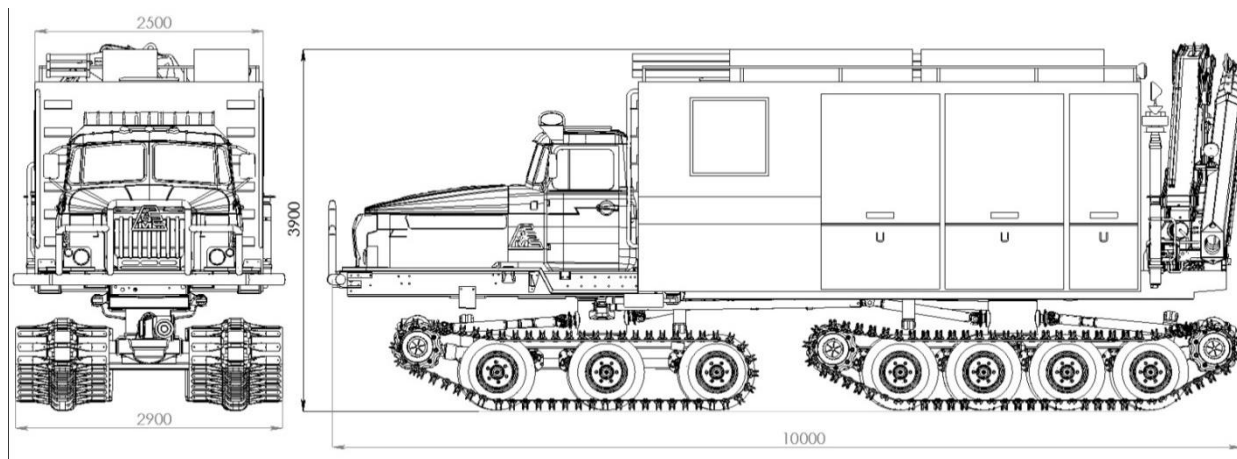


Рис. 2. Аварийно-спасательная машина АСМ-20-06 на базе двухзвенного гусеничного шасси Ф75 с гидроманипулятором и клещевым (грейферным) захватом, расположенными над задним звеном шасси за модулем-контейнером (Завод ООО «ЕЗСМ «Континент»)

Сущность координатного метода компоновки

Под компоновкой обычно понимают совокупность элементов, размещенную в некотором пространстве, представляющем собой объем, в который вписываются элементы конструкции технологического оборудования, агрегаты и машина в целом.

Большинство рабочих органов машин по своему назначению являются много-операционными. При компоновке таких устройств важным требованием является функциональная совместимость составляющих их устройств, механизмов и деталей.

Качество компоновки с точки зрения полезного использования объема характеризуется ее плотностью. Плотность компоновки оценивается следующим отношением

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{V}, \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^n U_i$ - сумма объемов, занимаемых всеми n элементами, V - желаемый объем компоновки.

Плотность компоновки всегда меньше единицы, поскольку неизбежны, а в ряде случаев и необходимы пустоты. Чем больше плотность компоновки, тем компактнее устройство. Таким образом, компоновка технических устройств по своей физической природе представляет собой геометрическую задачу выбора предпочтительного в том или ином смысле решения. При этом выборе геометрических величин, как правило, удается придать более общий смысл. Например, компоновка некоторого рычажного механизма с приводом от гидроцилиндра при условии максимума его плеча - эквивалентна минимальной нагрузке, минимальному диаметру гидроцилиндра. Геометрическая компоновка рабочего органа характеризует качество работы при минимальном времени и минимальных нагрузках.

Метод оптимальной компоновки, базирующийся целиком на геометрических представлениях, назван в данной работе координатным.

Выбор конструктивных схем технологического оборудования АСМ и пожарных машин производится на основании ретроспективного анализа патентных материалов и другой научно-технической информации. [1,2,3].

Оптимизация компоновки захватного устройства машин для ЧС.

Требуется выполнить компоновку захватного устройства (ЗУ) 2-х рычажной или 1- о рычажной схемы, предназначенного для захвата, в основном, штучных предметов, например, труб, свай, снарядов, бревен, деревьев, и т.д.

Заданы: кинематическая схема ЗУ, максимальный и минимальный диаметр захватываемого дерева D_0 и d_0 соответственно. Выбраны из условия надежного захвата: минимальный угол обхвата предмета труда β максимального диаметра и минимальный угол перекрытия α при захвате предмета труда минимального диаметра (рис. 3).

Определены ограничения, налагаемые на координаты точек подвеса гидроцилиндров к корпусу ЗУ:

$$(x_E, y_E) \in D. \quad (2)$$

Ограничения на координаты шарниров подвеса рычагов

$$0,0 \geq b = \frac{D_0}{2} + a_k, \quad (3)$$

где a_k – некоторый конструктивный размер, определяемый технологическим зазором А между предметом труда и пружиной, высотой пружины H_n и радиусом втулки или кольца, а также функциональное ограничение, исключающее пересечение штока гидроцилиндра со втулкой рычага во всем рабочем диапазоне углов его перемещения:

$$OB \geq \frac{d_B}{2} + \frac{d_{ш}}{2}, \quad (4)$$

где $d_B, d_{ш}$ - диаметр втулки и штока соответственно.

Определена совокупность варьируемых проектных параметров

x_E, y_E – координаты точки подвеса гидроцилиндра;

$a_C = \rho$ - длина рычага, сопряженного с гидроцилиндром;

μ - угол между осью $O\xi$ и рычагом a_C .

Принят критерий оптимальности компоновки рычага ЗУ с цилиндром. Наилучшей будет такая компоновка, при которой потребуются наименьшие усилия на штоке цилиндра, полностью будет использоваться ход штока, а также будет обеспечиваться надежное и быстрое наведение ЗУ на захватываемый предмет труда.

Надежность наведения рычагов ЗУ на дерево зависит от их раскрытия. Чем больше раскрытие рычагов, тем меньше вероятность зацепления их за предмет труда, но при этом потребуется увеличить ход штока гидроцилиндра и увеличится его масса.

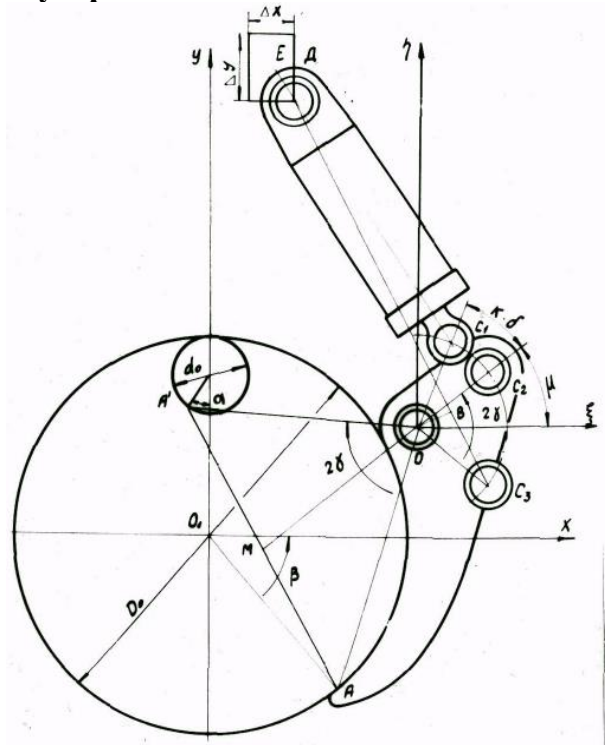


Рис. 3. Расчетная схема оптимальной компоновки захватного устройства аварийно-спасательной, пожарной и других машин для ЧС

Обозначим δ – минимальный угол поворота рычага от его положения при захвате дерева максимального диаметра, при котором дерево выпадает из ЗУ. При этом захват дерева теоретически возможен в притирку и практически не осуществим.

Поэтому должен быть назначен занос раскрытия рычага: $K \times \delta$, где $K > 1$.

Итак, полагаем, что запас раскрытия рычагов назначен. Полное использование хода штока можно записать в виде условия:

$$2l + \Delta L = EC_3, \quad (5)$$

где l – ход штока гидроцилиндра;

ΔL – конструктивная длина гидроцилиндра, определяемая размерами уплотнений, толщиной днища, размерами проушин;

EC_3 – максимальная длина гидроцилиндра с полностью выдвинутым штоком при обжатии ерева минимального диаметра.

Задача оптимальной компоновки ЗУ формируется следующим образом.

Среди множества допустимых проектных параметров X_E, Y_E, ρ, μ , при которых удовлетворяются ограничения:

$$\begin{aligned} (X_E, Y_E) \in D, \\ O_1O \geq \frac{D_0}{2} + a_k, \\ O_1B \geq \frac{D_B}{2} + \frac{D_{ш}}{2}, \\ 2l + \Delta L = EC_3 \end{aligned} \quad (6)$$

найти такую их совокупность, при которой плече усилия на штоке гидроцилиндра при обжатии дерева максимального диаметра достигает максимального значения.

Алгоритм поиска координат шарнира подвеса рычага X_0, Y_0 .

Точка O равноудалена от точек A и A' имеющих координаты

$$\begin{aligned} X_A &= \frac{D_0}{2} \cos \beta, \\ Y_A &= \frac{D_0}{2} \sin \beta, \\ X_{A'} &= -\frac{d_0}{2} \sin \alpha, \\ Y_{A'} &= \frac{D_0}{2} - \frac{d_0}{2} (1 + \cos \alpha). \end{aligned} \quad (7)$$

Координаты точки M , лежащей на середине прямой AA' :

$$\begin{aligned} X_M &= \frac{X_A + X_{A'}}{2} = \frac{D_0 \cos \beta - d_0 \sin \alpha}{4}, \\ Y_M &= \frac{Y_A + Y_{A'}}{2} = \frac{2A_0 - d_0(1 + \cos \alpha)}{4}. \end{aligned} \quad (8)$$

Уравнение прямой, проходящей через точки MO :

$$Y - Y_M = -\frac{1}{a}(x - x_m) \quad (9)$$

где a –угловой коэффициент прямой AA'

$$\begin{aligned}
 Y &= ax + b \\
 \frac{D_0}{2} \cos\beta &= a \frac{D_0}{2} \cos\beta + b \\
 \frac{D_0}{2} - \frac{d_0}{2} (1 + \cos\alpha) &= -a \frac{d_0}{2} \sin\alpha + b \\
 \frac{D_0}{2} (1 + \cos\alpha) - (1 - \sin\beta) \frac{D_0}{2} &= a \left(\frac{D_0}{2} \cos\beta + \frac{d_0}{2} \sin\alpha \right) \\
 a &= \frac{d_0(1+\cos\alpha) - D_0(1-\sin\beta)}{d_0 \sin\alpha + D_0 \cos\beta}.
 \end{aligned} \tag{10}$$

Для определения координат точки O , лежащей на прямой, проходящей через точки MO , имеем:

$$\begin{aligned}
 Y_0 &= Y_M - \frac{d_0 \sin\alpha + D_0 \cos\alpha}{d_0(1 + \cos\alpha) - D_0(1 - \sin\beta)} (X_0 - X_M) \\
 X_0^2 + Y_0^2 &= \frac{D_0}{2} + a_k
 \end{aligned} \tag{11}$$

Алгоритм определения плеча усилия на гидроцилиндре:

$$h = \frac{\pm \begin{vmatrix} \varphi_E & \eta_E \\ \varphi_{C_2} & \eta_{C_2} \end{vmatrix}}{\sqrt{(\varphi_E - \varphi_{C_2})^2 + (\eta_E - \eta_{C_2})^2}} \tag{12}$$

$$\begin{aligned}
 \varphi_E &= X_E - X_0, \\
 \eta_E &= Y_E - Y_0, \\
 \varphi_{C_2} &= \rho \times \cos M, \\
 \eta_{C_2} &= \rho \times \sin M,
 \end{aligned}$$

Алгоритм определения максимальной длины гидроцилиндра с полностью выдвинутым штоком:

$$\begin{aligned}
 \varphi_{C_3} &= \rho \times \cos(M - 2\gamma), \\
 \tau_{C_2} &= \rho \times \sin(M - 2\gamma). \\
 \sin\gamma &= \frac{\sqrt{(X_A - X_{A'})^2 + (Y_A - Y_{A'})^2}}{2\sqrt{(X_A - X_0)^2 + (Y_A - Y_0)^2}}, \\
 EC_3 &= \sqrt{(\varphi_E - \varphi_{C_3})^2 + (\eta_E - \eta_{C_3})^2}.
 \end{aligned} \tag{13}$$

Алгоритм формализации ограничения на пересечение штока гидроцилиндра со втулкой шарнира.

Кратчайшее расстояние от оси шарнира O до оси штока равно:

$$OB = \frac{\pm \begin{vmatrix} \varphi_E & \eta_E \\ \varphi_{C_3} & \eta_{C_3} \end{vmatrix}}{\sqrt{(\varphi_E - \varphi_{C_3})^2 + (\eta_E - \eta_{C_3})^2}}, \tag{14}$$

Это расстояние должно удовлетворять ограничению:

$$OB = \frac{\pm \begin{vmatrix} \varphi_E & \eta_E \\ \varphi_{C_3} & \eta_{C_3} \end{vmatrix}}{\sqrt{(\varphi_E - \varphi_{C_3})^2 + (\eta_E - \eta_{C_3})^2}} \geq \frac{d_B}{2} + \frac{d_{ш}}{2}. \quad (15)$$

Алгоритм для определения максимального хода штока.
Максимальный ход штока равен разности:

$$\begin{aligned} EC_3 - EC_1 &= l; \\ EC_1 &= \sqrt{(\varphi_E - \varphi_{C_1})^2 + (\eta_E - \eta_{C_1})^2}; \\ \varphi_{C_1} &= \rho \times \text{Cos}(M + \text{кб}); \\ \tau_{C_1} &= \rho \times \text{Sin}(M + \text{кб}). \end{aligned} \quad (16)$$

Алгоритм формализации ограничения по максимальному использованию хода штока гидроцилиндра:

$$\begin{aligned} 2l + \Delta L &= EC_3; \\ 2EC_3 - 2EC_1 + \Delta L &= EC_3; \\ EC_3 + \Delta L &= 2EC_1; \end{aligned} \quad (17)$$

$$EC_3 = \sqrt{(\varphi_E - \varphi_{C_3})^2 + (\eta_E - \eta_{C_3})^2} + \Delta L = 2\sqrt{(\varphi_E - \varphi_{C_1})^2 + (\eta_E - \eta_{C_1})^2}.$$

Рабочий алгоритм поиска оптимального решения:

Блок исходных данных:

$$D_0, d_0, \beta, \alpha \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} X_A = \frac{D_0}{2} \text{Cos}\beta \\ Y_A = \frac{D_0}{2} \text{Sin}\beta \\ X_{A'} = \frac{d_0}{2} \text{Sin}\alpha \\ Y_{A'} = \frac{D_0}{2} - \frac{d_0}{2} (1 + \text{Cos}\alpha) \end{array} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} X_M = \frac{X_A + X_{A'}}{2} \\ Y_M = \frac{Y_A + Y_{A'}}{2} \end{array} \right\}; \quad (18)$$

$$X_0^2 + Y_0^2 = \frac{D_0}{2} + a_n;$$

$$-Y_0 = Y_M - \frac{d_0 \text{Sin}\alpha + D_0 \text{Cos}\alpha}{d_0(1 + \text{Cos}\beta) - D_0(1 - \text{Sin}\beta)} (X_0 - X_M), \quad (19)$$

$$\gamma = \arcsin \frac{\sqrt{(X_A - X_{A'})^2 + (Y_A + Y_{A'})^2}}{2\sqrt{(X_A - X_0)^2 + (Y_A - Y_0)^2}}.$$

Блок ввода параметров управления:

$$X_E, Y_E \rightarrow \begin{cases} \varphi_E = X_E - X_0; \\ \tau_E = Y_E - Y_0; \end{cases} \quad (20)$$

$$\rho \varphi, M \rightarrow \begin{cases} \varphi_{C_1} = \rho \cos(M + \kappa\delta) \\ \tau_{C_1} = \rho \sin(M + \kappa\delta) \end{cases}; \quad (21)$$

$$\begin{aligned} \varphi_{C_2} &= \rho \cos M, \\ \tau_{C_2} &= \rho \sin M, \\ \varphi_{C_3} &= \rho \cos(M - 2\gamma), \\ \tau_{C_3} &= \rho \sin(M - 2\gamma). \end{aligned} \quad (22)$$

Блок формирования ограничений:

$$\frac{\pm \begin{vmatrix} \varphi_E & \eta_E \\ \varphi_{C_3} & \eta_{C_3} \end{vmatrix}}{\sqrt{(\varphi_E - \varphi_{C_3})^2 + (\eta_E - \eta_{C_3})^2}} \geq \frac{d_B}{2} + \frac{d_{III}}{2}, \quad (23)$$

$$\sqrt{(\varphi_E - \varphi_{C_3})^2 + (\eta_E - \eta_{C_3})^2} + \Delta L = 2\sqrt{(\varphi_E - \varphi_{C_1})^2 + (\eta_E - \eta_{C_1})^2};$$

Блок формирования критериальной функции:

$$h = \frac{\pm \begin{vmatrix} \varphi_E & \eta_E \\ \varphi_{C_2} & \eta_{C_2} \end{vmatrix}}{\sqrt{(\varphi_E - \varphi_{C_2})^2 + (\eta_E - \eta_{C_2})^2}}; \quad (24)$$

Алгоритм построения области допустимых значений варьируемых проектных параметров.

Пусть область допустимых координат точек подвеса гидроцилиндра рычага представляет собой отрезок:

$$\begin{aligned} Y_{Emin} &\leq Y_E \leq Y_{Emax}, \\ X_E &= \Delta X = Const. \end{aligned} \quad (25)$$

Задаемся значениями: $Y_E = Y_{Emin}$, и определяем такие значения ρ_1, M_1, μ при которых выполняются равенства

$$\begin{aligned} &\sqrt{[\Delta X - X_0 - \rho \cos(M_1 - 2\gamma)]^2 + [Y_{Emin} Y_0 - \rho \sin(M_1 - 2\gamma)]^2} + \Delta L = \\ &= \sqrt{[\Delta X - X_0 - \rho_1 \cos(M_1 + \kappa\delta)]^2 + [Y_{Emin} - Y_0 - \rho_1 \sin(M_1 + \kappa\delta)]^2}; \end{aligned} \quad (26)$$

$$\frac{\pm |[(\Delta X - X_0)\rho_1 \sin(M_1 - 2\gamma)] - (Y_{Emin} - Y_0)\rho_1 \cos(M_1 - 2\gamma)|}{\sqrt{[\Delta X - X_0 - \rho_1 \cos(M_1 - 2\gamma)]^2 + [Y_{Emin} - Y_0 - \rho_1 \sin(M_1 + \kappa\delta)]^2}} = d, \quad (8.27) \quad (27)$$

$$\text{где } d = \frac{d_B}{2} + \frac{d_{III}}{2}.$$

Затем задаемся $Y_E = Y_{Emax}$ и аналогичным образом решая совместно два уравнения, находим ρ_2, M_2 .

После того, как определена область допустимых параметров ρ, M , приступим к максимизации критериальной функции:

$$h_{\text{опт}} = \max \frac{\pm |(\Delta X - X_0)\rho \sin M - (Y_E - Y_0)\rho \cos M|}{\sqrt{(\Delta X - X_0 - \rho \cos M)^2 + (Y_E - Y_0 - \rho \sin M)^2}}, \quad (28)$$

$$Y_{E\min} \leq Y_E \leq Y_{E\max};$$

$$\rho, M \in [(\rho_1, M_1); (\rho_2, M_2)]$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баринов К.Н.* Координатный метод оптимизации компоновки рабочих органов лесозаготовительных машин//Баринов К.Н., Кушляев В.Ф. Рукопись 27 с. Библиограф. указ. «Депонированные научные работы». - М.: ВИНТИ, 1986, № 12, с. 106.

2. *Баринов К.Н.* Оптимальное проектирование профиля ножей сучкорезного устройства лесозаготовительной машины// Баринов К.Н., Кушляев В.Ф., Панев В.В. Рукопись 18 с. Библиограф. указ. «Депонированные научные работы», - М.: ВИНТИ, 1988, № 4, с.162.

3. *Баринов К.Н.* Методика оптимизации компоновки манипулятора лесных машин// Баринов К.Н., Каршев Г.В., Кушляев В.Ф.. Рукопись 92 с. Библиограф. указ. «Депонированные научные работы». - М.: ВИНТИ, 1990, № 9, с. 98. Справка о деп. № 2632 - лб.90, 20.04.90.

УДК 621.317.334

Д. Ю. Лагуткина, М. Г. Марков, М. С. Сайкин

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

МАГНИТОЖИДКОСТНЫЙ НАКЛОНОМЕР С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Магнитожидкостный наклономер (МЖН), осуществляет контроль углового положения технического объекта относительно горизонтальной плоскости. На основании проведенных в ИГЭУ исследований были созданы конструкции магнитожидкостных наклономеров, предназначенных для решения разнообразных технических задач [1-3]. Использование микропроцессорного управления позволяет упростить схему включения наклономера, повысить его точность за счет автоматической калибровки измерительных цепей и обеспечить выдачу измерительной информации в цифровой форме.

Ключевые слова: магнитожидкостный наклономер, магнитная жидкость, микропроцессорное управление, микроконтроллер.

D. Y. Lagutkina, M. G. Markov, M. S. Saikin

MAGNETIC FLUID SENSOR ANGLE OPERATING WITH HELP OF MICROPROCESSOR CONTROL

Magnetic fluid sensor angle (MFSA) provides the control of device angle position relatively horizontal plane. The constructions of MFSA for various technical problems solving were create by the results of ISPU [1-3]. The use of microprocessor control allows to simplifying MFSA switching

circuit, to increase MFSA accuracy due to measuring circuit's automatic calibration, to issue measurement information in digital form.

Keywords: magnetic fluid sensor angle, magnetic fluid, sensor element, permanent magnet, microcontroller.

Магнитожидкостный наклономер рис. 1 [4], состоит из цилиндрического корпуса 1, изготовленного из немагнитопроводного материала. С внешней стороны корпуса наклономера в его центральной части расположена генераторная $2(L_1)$ обмотка. Измерительные обмотки $3(L_3)$, соединенные по схеме дифференциального трансформатора, расположены по краям корпуса. В торцевых крышках 4 установлены центрирующие кольцевые постоянные магниты 5. Чувствительный элемент, состоящий из двух кольцевых постоянных магнитов 6, к торцевым поверхностям которых примыкает магнитопроводная втулка 7 со сквозным отверстием, находится внутри корпуса. В зазоре образованном внешней цилиндрической поверхностью чувствительного элемента и внутренней цилиндрической поверхностью корпуса заправлена магнитная жидкость (МЖ) 8, которая удерживается в нём пондеромоторной силой.

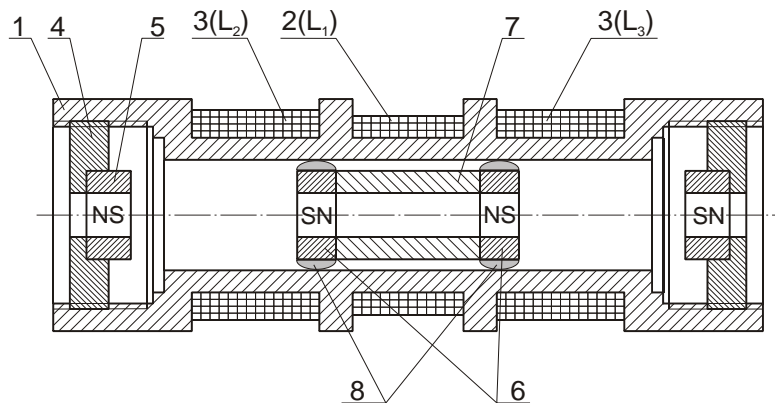


Рис. 1. Принципиальная конструкция магнитожидкостного наклономера

При изменении положения наклономера по отношению к горизонтальной плоскости происходит смещение чувствительного элемента. Это приводит к изменению индуктивностей измерительных катушек. Магнитная жидкость (МЖ) обеспечивает устойчивый подвес чувствительного элемента, что позволяет ему перемещаться вдоль корпуса с малым коэффициентом трения.

Микропроцессорная система управления должна подавать сигнал намагничивающего тока на генераторную обмотку наклономера и получать сигнал о величине угла наклона с измерительных обмоток, а также передавать его на устройство управления (персональный компьютер).

Разработанная схема автоматического управления наклономером, представлена на рис. 2. Она состоит из шести блоков:

- Микроконтроллер PIC16F688, включающий в себя: программу управления измерительной схемой, тактовый генератор, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), универсальный синхронно-асинхронный приемопередатчик USART.

- Интегратор – операционный усилитель (ОУ) МРС602, охваченный отрицательной обратной связью;
- Усилитель тока – ОУ TL084 с обратной связью по току, выполняющий функцию стабилизации тока;
- Усилитель напряжения – ОУ TL084, с отрицательной обратной связью;
- Синхронный выпрямитель
- Последовательный интерфейс, совместимый с RS-232

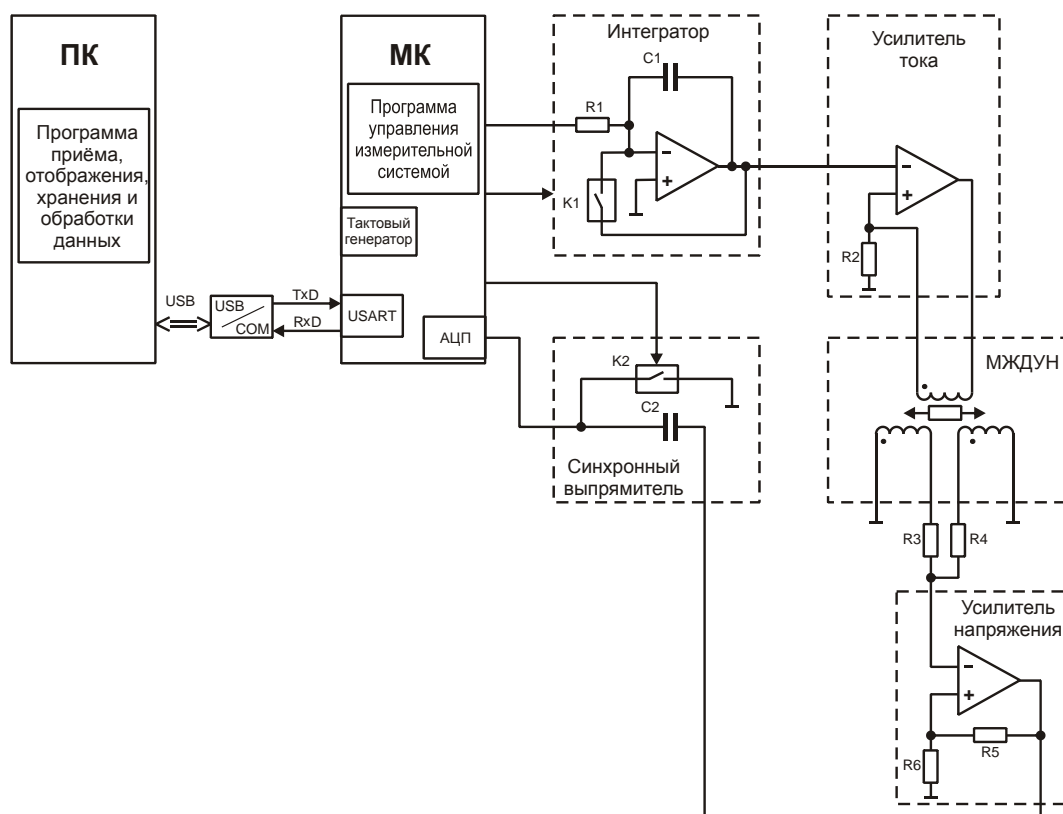


Рис. 2. Схема автоматического управления магнитожидкостным наклономером

Синхронное детектирование выполняют элементы C2 и K2. Во время первого полупериода измерительного сигнала ключ K2 замкнут, что обеспечивает необходимое значение опорного потенциала на левой обкладке C2. На правой обкладке потенциал задаёт выход усилителя напряжения. Конденсатор C2 заряжается до напряжения первой полуволны измерительного сигнала. Во время второй полуволны микроконтроллер размыкает ключ K2 и напряжение на конденсаторе суммируется с напряжением второй волны измерительного сигнала. Происходит фиксация полезного измерительного сигнала. Для отстройки от помех при измерениях, в конце интервала производится пуск АЦП при полном затухании импульсных помех. Создание программы управления магнитожидкостным наклономером [5] позволило провести необходимые исследования и подтвердить его работоспособность.

Экспериментальным путём получена выходная характеристика магнитожидкостного накломера (рис.3), которая по форме близка к участку синусоиды. Выходная характеристика близка к линейной зависимости на участке в диапазоне углов наклона накломера от -35° до $+35^{\circ}$.

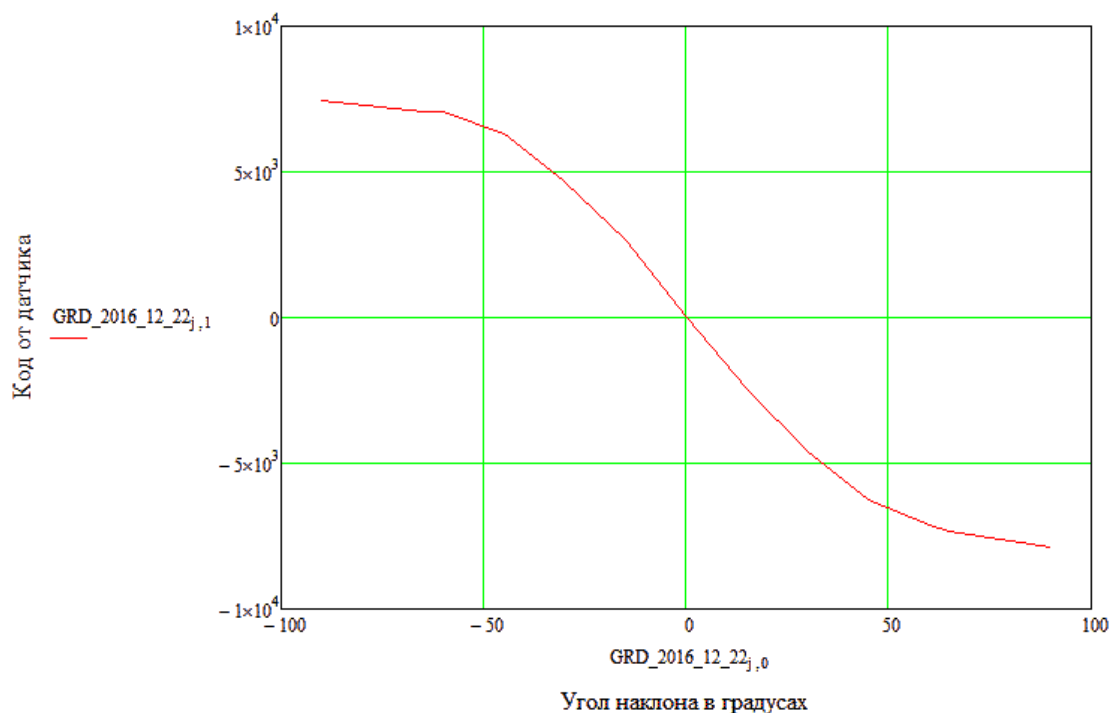


Рис. 3. Выходная характеристика магнитожидкостного наклономера

В результате испытаний выявлено, что синхронный детектор имеет излишнюю чувствительность к настройке усилителя. При большой величине усиления выходное напряжение может оказаться выше напряжения питания электронного ключа, что приводит к его «защелкиванию». Для решения этой проблемы предложена отдельная фиксация напряжений двух полупериодов измерительного сигнала на двух отдельных конденсаторах с последующим измерением обоих напряжений АЦП. В этом случае операция суммирования амплитуд полуволн выполняется в цифровом виде, что полностью исключает возможность перенапряжений, опасных для электронных ключей.

В целом, испытания подтвердили пригодность магнитожидкостного наклономера для практического использования и позволили наметить пути его дальнейшего совершенствования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозова Д.Ю., Сайкин М.С. Разработка магнитожидкостных датчиков угла наклона с чувствительным элементом на постоянных магнитах / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Изд-во Самарского научного центра РАН, 2014, Т.16, N 1(2), с.459-463.
2. Морозова Д.Ю., Сайкин М.С. Магнитожидкостные датчики угла наклона для летательных аппаратов/ Вестник Рыбинского государственного авиационно-технического университета имени П.А.Соловьёва. – Изд-во (РГАТУ имени П.А.Соловьёва), N 2 (33), 2015, С.109-115.
3. D.Yu. Lagutkina, M.S. Saikin The research and development of inclination angle magnetic fluid detector with a movable sensing element based on permanent magnets./ Journal of Magnetism and Magnetic Materials 431 (2017) p.149-151.

4. Сайкин М.С., Морозова Д.Ю. Магнитожидкостное устройство для определения угла наклона. Патент на полезную модель №113349 МПК G01C 9/00, Приоритет от 18.10.2011, опубл. 10.02.2012, Бюл. №4.

5. Лагуткина Д.Ю., Марков М.Г., Сайкин М.С. Программа управления микропроцессорным магнитожидкостным датчиком угла наклона. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, N 2017616929, Заявка N 2017613702, дата поступления 24.04.2017, дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 20 июня 2017 г.

УДК 622.62

Л. В. Лукиенко

ФГБОУ ВО Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗУБЧАТЫХ ТЯГОВЫХ ОРГАНОВ ДЛЯ ШАХТНЫХ НАПОЧВЕННЫХ ДОРОГ

В работе представлены результаты анализа конструкций шахтных напочвенных дорог и требований к ним, а также проведён анализ особенностей их эксплуатации и представлены направления совершенствования технологичности изготовления зубчатых тяговых органов.

Ключевые слова: шахтная напочвенная дорога, зубчатые тяговые органы, повышение технологичности изготовления, снижение изнашивания.

L. V. Lukienko

IMPROVEMENT OF RACK AND PINION SYSTEMS FOR MINE BOTTOM ROADS

In work results of the analysis of designs mine are presented the floor roads is dear also requirements to them and also the analysis of features of their operation is carried out and the directions of improvement of technological effectiveness of production of rack and pinion systems are presented.

Keywords: mine floor road, rack and pinion systems, increase in technological effectiveness of production, decrease in wear.

Усложнение горно-геологических условий и значительное увеличение протяжённости горных выработок ставит новые задачи по транспортированию грузов и людей по протяжённым трассам, которые имеют весьма сложный профиль. Решение этой важной научно-технической задачи может быть достигнуто за счёт эффективного применения напочвенных и монорельсовых дорог. Применяемые в настоящее время напочвенные дороги имеют, в большинстве своём, канатный тяговый орган, который обладает недостаточной надёжностью и ограничивает величину допустимого тягового усилия.

Разработанные монорельсовые дороги [3] оснащены зубчатым тяговым органом, который имеет повышенную надёжность, прост в обслуживании и позволяет транспортировать тяжёлые грузы (например, секции крепи массой до 30 т) при уклоне выработки до 35 градусов. Известна монорельсовая транспортная система [5], в которой в каче-

стве основных элементов передачи использованы две червячные пары. Авторы предполагают использовать свойство самоторможения этих червячных пар при работе предлагаемого устройства. Необходимо, однако, отметить, что при эксплуатации червячные передачи изнашиваются, и свойство самоторможения при этом теряется.

Известно приводное колесо тележки рельсового транспортного средства [6], отличающееся тем, что слой упругого материала выполнен в виде полый торообразной камеры из эластичного материала, заполненной текучей средой под избыточным давлением и имеющей запорный клапан, включающий ступицу, охватывающий ее бандаж для опирания на рельс и зубчатый венец для взаимодействия с размещенной вдоль пути зубчатой рейкой, причем зубчатый венец охватывает торцовый выступ ступицы, предназначенный для присоединения приводного вала, и связан со ступицей посредством стяжных элементов, а также, с целью повышения надежности и долговечности, бандаж выполнен составным из наружного и внутреннего колец, между которыми замоноличен слой упругого материала, и посажен на ступицу с возможностью свободного вращения относительно последней, связь каждого стяжного элемента с зубчатым венцом осуществляется через амортизатор, а между зубчатым венцом и торцовым выступом ступицы образован радиальный зазор.

Необходимо отметить, что предлагаемая конструкция сложна и содержит много элементов, что в значительной степени снижает её надёжность. Авторы отмечают, что в конструкции применяется текучая среда под избыточным давлением, которая заключена в полую торообразную камеру, оснащённую запорным клапаном. Но в условиях подземного транспорта, который производится в запылённой атмосфере, когда трасса имеет значительные подъёмы, спуски и повороты, надёжная работа запорного клапана вызывает большие сомнения.

В настоящее время перед отечественным тяжёлым машиностроением поставлена задача импортозамещения. Поэтому решение задачи по разработке систем перемещения для отечественных конструкций напочвенных или подвесных монорельсовых дорог является актуальной научно-практической задачей. По условиям обеспечения необходимого тягового усилия для перемещения тяжело нагруженных ответственных технологических машин находят применение крупномодульные (от 31,85 мм до 47,746 мм) зубчатые колёса.

При их изготовлении возникают немалые проблемы, связанные с недостатком оборудования для производства крупномодульных колёс. На практике используют технологичный радиусный профиль зацепления (движители зубчато-реечных систем перемещения очистных комбайнов) и применение станков с числовым программным управлением. Для работы механизмов перемещения тяжело нагруженных технологических машин, кроме колеса необходим тяговый орган, например, рейка, жёстко закреплённая на неподвижных направляющих. Обкатываясь по рейке, колесо перемещает рабочую машину в необходимом направлении.

При проектировании реечных тяговых органов проектировщикам приходится решать сложную многофакторную задачу, при решении которой вопрос технологичности изготовления зачастую уходит на второй план. Между тем, именно этот вопрос играет первостепенную роль при организации производства разработанной конструкции.

Как известно, показатели качества, характеризующие точность машины, обеспечиваются соответствующими показателями точности отдельных деталей, входящих в сборочные единицы. Надёжность и долговечность машин обеспечиваются такими показателями прочности отдельных деталей, как твердость рабочих поверхностей, их

износостойкость, изгибная прочность, а также конструктивная форма и их размеры. Прочность детали, в первую очередь, зависит от материала, из которого она изготовлена. Все точностные и прочностные показатели качества продукции должны быть обеспечены соответствующей технологией.

Главными источниками погрешностей при изготовлении зубчатого колеса и рейки являются: неодинаковые линейные размеры и объемы различных частей деталей, что особенно важно при использовании тепловых технологических процессов; недостаточная надёжность колеса и рейки, приводящая к прогибам под действием внешних сил и термической обработки; фазовые превращения структуры при термическом воздействии – изменение удельного объёма сердечнике детали; изменение удельного объёма поверхностного слоя при образовании закалочных структур; погрешности размеров и формы деталей после механической обработки; напряжённое состояние материала детали: глубина и степень механического наклёпа; полная или частичная релаксация остаточных напряжений, возникающих в ходе заготовительных операций (прокатка, ковка, штамповка).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гутаревич В. О.* Развитие научных основ создания шахтных подвесных монорельсовых дорог с оптимальными динамическими параметрами. Дисс. д.т.н. Донецк 2017, 328 с.
2. Стратегия развития тяжелого машиностроения на период до 2020 года. Минпромторг России, М., 88 с.
3. *Б. Баус-Нойфанг, Д.В. Великанов, Ю. Русинек.* Подвесные и напочвенные дизель-гидравлические локомотивы для перемонтажей механизированных комплексов «тяжелого» класса. Уголь, №2, 2011, с. 18-21
4. *Д.Ф. Сухоруков.* Железнодорожное транспортное устройство, преимущественно для горных участков. А.С. СССР. 31.07.1937
5. *В. Г. Саблин, Ю. Н. Стариков, Л. С. Бамшин, Н; А. Ковалев, А. П. Пермьяков.* Монорельсовая транспортная система. А.с. СССР 1298118. 23.03.87. Бюл. № 11
6. *В. К. Христич, М. Я. Геншафт, А. А. Синеокий, Г. Е. Иванов.* Приводное колесо тележки рельсового транспортного средства. А.с. СССР № 611803. М., 1976
7. *Б. Гмур, Г. Бучалик, Я. Слива.* Шахтная напочвенная дорога с зубчатым приводом. Патент РФ RU 2323842. Опубликовано 10.05.2008

УДК 62.22

В. О. Лутошкин, А. А. Покровский

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТА ВИНТОВОГО ДОМКРАТА ДЛЯ РЕМОНТА ХОДОВОЙ ЧАСТИ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Представлен обзор домкратов для проведения ремонта ходовой части пожарных автомобилей. Рассмотрены достоинства и недостатки различных конструкций домкратов.

Представлены рассчитанные конструктивные элементы винтового домкрата, в наибольшей степени отвечающая необходимому комплексу технических характеристик.

Ключевые слова: домкрат, ремонт, ходовая часть, грузоподъемное устройство.

V. O. Lutoshkin, A. A. Pokrovskiy

PECULIARITIES OF SELECTION OF DESIGN AND CALCULATION OF SCREW DOCKER FOR REPAIR OF AROUND PART OF FIRE AUTOMOBILES

The design of the cantilever of units and assemblies of fire equipment intended for moving and repair is presented. The main kinematic characteristics of the drive are determined, strength calculations of the mechanical transmission by contact and bending stresses are carried out.

Keywords: jack, repair, undercarriage, load-lifting device.

При выполнении ремонта ходовой части пожарных автомобилей нередко возникает ситуация, когда в подразделении отсутствуют стационарные устройства для подъема и фиксации груза, поэтому требуется использование простых грузоподъемных устройств. Для выполнения ремонтных работ по ходовой части автомобилей наибольшее распространение получили домкраты.

Домкрат — простейшее грузоподъемное устройство в виде толкателя (винтового, реечного, гидравлического), предназначенное для подъема устройства на небольшую высоту.

Простейшую конструкцию имеет реечный домкрат, в котором при помощи зубчатой или рычажной передачи передвигается подъёмная рейка. Реечные домкраты используются не только для ремонта автомобилей, но и для подъёма различных грузов, поэтому они бывают различной грузоподъёмности и размеров. Главным преимуществом этих домкратов является возможность поднимать низко находящиеся грузы. Недостатками реечных домкратов являются: большие габариты и масса; необходимость использования специальных выемок в днище автомобиля для установки лапки подъёмной рейки или наконечника подхвата; малая площадь опоры, что создаёт некоторую неустойчивость поднятой машины и требует использование дополнительных приспособлений, для фиксации её положения.

Гидравлический домкрат представляет собой рабочий цилиндр с поршнем. При ремонте ходовой части пожарных автомобилей гидравлические домкраты имеют следующие преимущества: компактность и удобство использования; отличная устойчивость автомобиля в поднятом состоянии; быстрый и лёгкий подъём. Недостатки — это дорогостоящий ремонт и короткое время службы; требует постоянного технического обслуживания; не обеспечивает большой высоты подъёма.

В винтовых домкратах подъём груза происходит благодаря преобразованию вращательного перемещения штока винта в поступательное передвижение подъёмной площадки. Передаточное отношение винтовой пары 70 - 80; грузоподъёмность данного устройства составляет 7 - 32 кН. Из винтовых домкратов большое распространение получили ромбические домкраты, модели которых имеют высокую надёжность работы и хорошую устойчивость. Хотя в отличие от реечных домкратов, ромбический имеет низкую высоту подъёма, но в собранном состоянии оборудование является очень компактным.

Пневматический домкрат представляет собой надувную подушку, которая накачивается выхлопными газами или сжатым воздухом. Имея большую площадь опоры, этот вид подъемного устройства обладает высокой устойчивостью. Газ или воздух для подъема автомобиля подается под высоким давлением.

У пневматических домкратов имеются следующие достоинства: способность применения в любых условиях и при разном состоянии дорожного полотна и грунта; необходимость минимального участия водителя; простота установки подъемного агрегата; хорошие показатели высоты подъема; установка в любом месте днища автомобиля. Недостатками являются: неустойчивость конструкции, малая грузоподъемность по сравнению с другими видами домкратов, ограниченность применения подушки вследствие сжимаемости воздуха и зависимости его свойств от окружающей среды.

При выборе грузоподъемного устройства одним из его главных технических параметров является грузоподъемность. Это главный показатель, который обозначает назначение домкрата. Высота подъема - это ещё один немаловажный показатель. Устройство обязано поднимать машину на такую высоту, чтобы было возможно беспрепятственно производить необходимые работы по ремонту. Для этого лучше всего также выбирать оборудование с определённым запасом по высоте, чтобы учесть удобство проведения работ и свободный ход системы амортизации. Запас высоты в 40–60 см считается тем диапазоном, который сможет обеспечить удобные условия для замены рейки рулевой системы или колеса. Высота подхвата - это третья характеристика, которая определяет возможность использования подъемного устройства. Она указывает ту низшую высоту, с которой происходит подъём автомобиля. Инструмент должен свободно устанавливаться под дном автомобиля.

В одной из пожарно-спасательной частей для ремонта пожарных автомобилей используется реечный домкрат, который в силу ранее перечисленных недостатков создает ряд неудобств при ремонте техники. Поэтому для реализации вопросов связанных с ремонтом ходовой части пожарных автомобилей нами разработана конструкция винтового домкрата. Это обусловлено тем, что в условиях проведения ремонта в пожарно-спасательной части данное устройство в наибольшей степени отвечает всему комплексу технических характеристик представленных выше. В процессе расчета винтового домкрата были определены следующие параметры: диаметр винта; параметры резьбы; размеры рукоятки; проведен проверочный расчет винта; спроектирована гайка; определен коэффициент полезного действия; проведена проверка параметров резьбы на износостойкость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Покровский, А.А.* Мероприятия по улучшению эксплуатационных свойств деталей машин / А.А. Покровский // Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции «Надежность и долговечность машин и механизмов». – 2016. – С. 143 – 145.
2. *Додонов Б.П., Лифанов В.А.* Грузоподъемные и транспортные устройства: Учебник для средних специальных учебных заведений. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 248 с.

УДК 621.643.414

Р. А. Масленников, П. В. Пучков, В. В. Киселев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СНИЖЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КРЕПЕЖНЫХ РЕЗЬБ ВСЛЕДСТВИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НИХ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

В данной статье пойдет речь о исследовании влияния высоких температур на прочность резьбового соединения типа шпилька-гайка. Также в статье представлен характер разрушения витков метрической резьбы при воздействии на нее осевой растягивающей силы.

Ключевые слова: резьба метрическая, тепловое воздействие, разрывная машина, прочность.

R. A. Maslennikov, P. V. Puchkov, V. V. Kiselev

REDUCTION OF THE RELIABILITY OF FIXING THREADS IN THE EFFECT OF THE INFLUENCE OF THE NEGATIVE FACTORS OF FIRE

In this article we will talk about the investigation of the influence of high temperatures on the strength of a threaded connection of the hairpin-nut type. Also, the article presents the character of the destruction of the threads of the metric thread when the axial tensile force is applied to it.

Keywords: metric thread, thermal action, breaking machine, strength.

Авария на Саяно-Шушенской ГЭС - индустриальная техногенная катастрофа. В результате аварии погибло 75 человек, оборудованию и помещениям станции нанесен серьезный ущерб. Работа станции по производству электроэнергии была приостановлена. Последствия аварии отразились на экологической обстановке акватории, прилегающей к ГЭС, на социальной и экономической сферах региона. В результате проведенного расследования Ростехнадзор непосредственной причиной аварии назвал разрушение шпилек крепления крышки турбины. Авария на данный момент является крупнейшей в истории катастрофой на гидроэнергетическом объекте России и одной из самых значительных в истории мировой гидроэнергетики а причиной таких серьезных последствий стало разрушение всего лишь крепежного элемента - шпильки.

Из описанной выше крупной техногенной катастрофы, случившейся в энергетической области можно сделать вывод, что крепежным элементам конструкции следует уделять более важное внимание.

Резьбовые соединения находят самое широкое применение в различных областях техники. В современных машинах количество резьбовых деталей, как правило, численно превышает количество не резьбовых деталей (60 % общего числа деталей). Резьбовые соединения имеют ряд достоинств перед другими способами соединения деталей, что делает их незаменимыми элементами конструкций, механизмов, машин и приборов. Резьбовые соединения имеют ряд преимуществ перед другими видами разъемных и неразъемных соединений. Резьбовые соединения имеют сравнительно простую конструкцию и очень удобны как для сборки, так и разборки соединения.

Они полностью взаимозаменяемы, выгодны для массового производства и не очень дороги. С их помощью можно образовывать самотормозящие и несамотормозящие, подвижные и неподвижные компактные соединения. К недостаткам этих соединений следует отнести: неравномерность нагружения сопряжённых витков, низкий КПД и значительная концентрация напряжений, снижающих их прочность.

Концентраторами напряжений у резьбовых соединений являются канавки между витками резьбы см. рис.1. Высокая концентрация напряжения на дне резьбовой канавки происходит вследствие малых радиусов скругления. Углы во впадинах являются сильными концентраторами напряжений, что резко снижает усталостную прочность винта. По этой причине резьба применяется ограниченно в малонагруженных передачах.

Основным критерием работоспособности резьбовых соединений является прочность. Разрушение элементов резьбового соединения может происходить по одной из следующих причин:

- во-первых, разрыв стержня по резьбе или по переходному сечению у головки;
- во-вторых, повреждение или разрушение резьбы;
- в-третьих, разрушение головки.

Для изготовления крепёжных резьбовых деталей используются самые различные материалы, сплавы цветных металлов (дюралюминий, бронзу, латунь, и др.) и чёрные металлы (углеродистые и легированные стали). Тем не менее, основная масса потребляемых промышленностью резьбовых изделий изготавливается из сталей.

При затяжке резьбового соединения и в процессе его последующей работы в деталях соединения действуют самые разнообразные напряжения. Так, например, под действием осевой силы в болтовом соединении сечение тела болта нагружено растягивающими напряжениями, в переходной области между телом и головкой возникают касательные напряжения, а в витках резьбы напряжения изгиба, смятия и среза одновременно. Таким образом, прочность элементов резьбового соединения является основным критерием работоспособности.

Все стандартные винты (болты, шпильки) изготавливают равнопрочными по каждому из названных критериев. В этой связи стандартные резьбовые соединения обычно рассчитываются только по одному главному критерию работоспособности – прочности нарезанной части их стержня. Кроме того, большая часть резьбовых соединений, применяемых в машиностроении, работает со значительной силой начальной затяжки, что практически позволяет ограничиться лишь расчетами на статическую прочность.

Вызывает особый интерес изучение вопроса влияния высоких температур на прочность резьбовых соединений. Испытания проводились для резьбового соединения типа шпилька М8 - гайка. К данному резьбовому соединению была приложена только внешняя осевая растягивающая сила, предварительная затяжка резьбового соединения отсутствовала. Статические испытания резьбовых соединений проводились

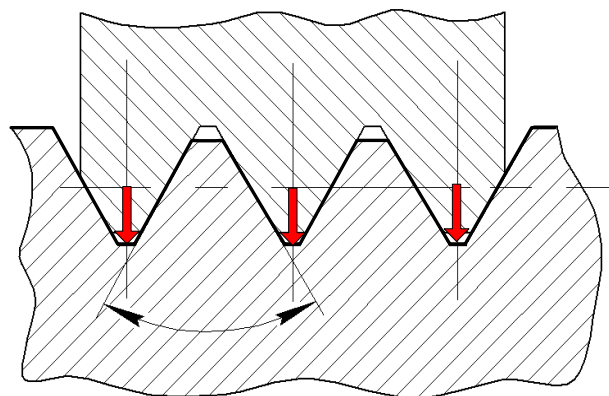


Рис. 1. Метрическая резьба

на разрывной машине Р-5. Растягивающая нагрузка плавно увеличивалась вплоть до полного разрушения резьбового соединения. Величина максимальной нагрузки фиксировалась с помощью силоизмерителя разрывной машины.

Для проведения опытов было изготовлено специальное приспособление для фиксации резьбового соединения в губках разрывной машины Р-5. Данное приспособление представлено на рис. 2.

Для проведения эксперимента были подготовлены образцы шпильки М8 и гайки М8 со стандартной метрической резьбой. Часть образцов была подвергнута нагреванию в высокотемпературной электрической печи ПЛ-10/12,5 от температуры 400°С с шагом в 100 °С до температуры 900°С. Образцы для испытаний представлены на рис. 3.



Рис. 2. Приспособление для испытания резьбовых соединений на прочность, закрепленное в губках разрывной машины Р-5



Рис. 3. Резьбовая пара шпилька М8-гайка при различных температурах нагрева

После проведения испытаний резьбовых соединений на прочность был построен график зависимости деформации резьбы от приложенной растягивающей осевой силы (см. рис. 4) и график зависимости максимальной приложенной осевой силы к резьбовому соединению от температуры нагрева (см. рис.5).

На графике видно, что резьбовые пары шпилька М8 - гайка, подвергнутые нагреванию от температуры $T=400\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $T=900\text{ }^{\circ}\text{C}$ разрушались при меньших значениях осевой растягивающей силы, нежели резьбовые пары шпилька М8- гайка, которые тепловому воздействию подвергнуты не были. Также в результате эксперимента было выявлено, что характер разрушения резьбы этих образцов различен см. рис. 6. Следует отметить, что разрушение витков резьбы во всех случаях происходило на шпильке, а резьба гайки оставалась без видимых повреждений и деформаций. Проанализировав характер разрушения резьбовой поверхности шпильки М8 можно проследить следующую закономерность: после воздействия высоких температур на резьбовую пару шпилька М8 - гайка при его разрушении происходит срез витков резьбы

на шпильке (см. рис. 6б), а у резьбовой пары шпилька - гайка, работающей при нормальных температурах, произойдет смятие витков резьбы на шпильке см. рис. 6а.

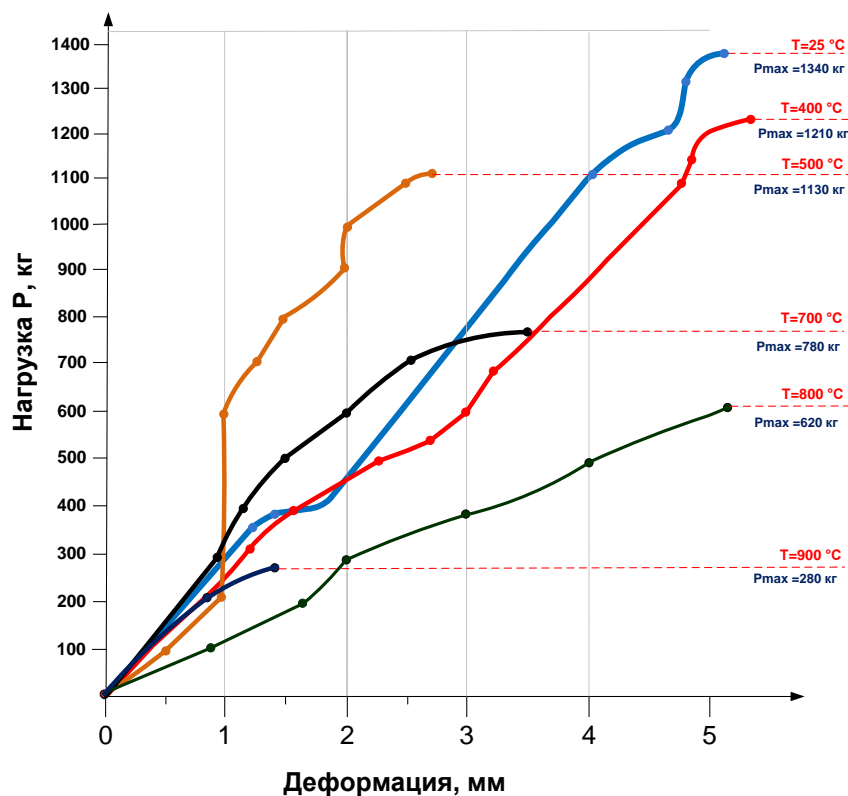


Рис. 4. График зависимости деформации резьбы от приложенной осевой силы после воздействия высоких температур

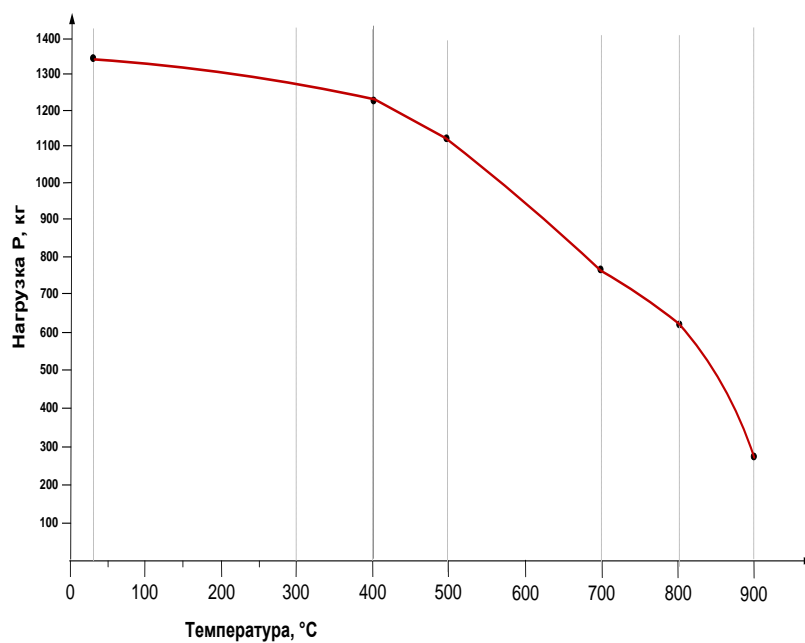


Рис. 5. График зависимости максимальной приложенной осевой силы к резьбовому соединению от температуры нагрева



Рис. 6. Шпилька М8 с поврежденными витками:

а - испытание в холодном состоянии; б - испытание после теплового воздействия

Характер разрушения рассматриваемых резьбовых соединений можно объяснить следующим образом. В современном мире с целью оптимизации технологии изготовления изделий и снижения себестоимости выпускаемой продукции резьбу на метизах неответственного назначения не нарезают с помощью резьбонарезного инструмента, а накатывают. Данная технология изготовления резьбовых соединений обеспечивает очень высокую производительность и невысокую стоимость готовой продукции. Причем при накатывании резьбы поверхностный слой изделия приобретает наклеп, т.е. упрочняется вследствие пластической деформации. При воздействии на резьбовые соединения из углеродистой стали высокой температуры, а именно температур выше 727°C (температура фазовых превращений) происходит отжиг стали. После отжига сталь становится пластичной, значительно снижается прочность и твердость стали.

Подводя итог вышесказанному, необходимо отметить тот факт, что воздействие высоких температур на резьбовые соединения из углеродистых сталей приводит к снижению их прочности, что в свою очередь снижает в целом надежность и долговечность конструкции (строительной) или механизма, в котором они установлены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Перспективы применения магнитожидкостных устройств в пожарной и аварийно-спасательной технике.// Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2010. - №2. – С. 63–64.
2. Пучков П.В., Киселев В.В., Топоров А.В. Разрушение строительных металлоконструкций в условиях пожара.// Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2010. - №3. – С. 29–32.
3. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Перспективы использования модернизированных смазочных материалов в пожарной и аварийно-спасательной технике.// Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2011. - №3. – С. 23–29.

УДК 629.3+629.7

Е. Ю. Моисеева, А. И. Бурушкин, А. А. Вагин, Н. А. Кропотова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УЛУЧШЕНИЕ ПРОХОДИМОСТИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ МАШИН ПУТЕМ ВЫБОРА ДВИЖИТЕЛЯ

В статье будет рассмотрена проблема улучшения проходимости как способность безостановочного и эффективного передвижения робототехнических машин по различным типам грунтов. Как правило, данная проблема, играет основную роль при проектировании робототехники. Поскольку применение робототехники в жизни современного общества растет, поэтому рассмотрение данной темы является актуальной.

Ключевые слова: робототехника, движитель, проходимость машин, тяговая функция движителя, эффективное передвижение, безостановочная работа движителя, несущая способность робота, сопротивление деформации.

E. Y. Moiseeva, A. I. Bereskin, A. A. Vagin, N. A. Kropotova

IMPROVING THE PATENCY OF ROBOTIC MACHINES CHOOSING A MOVER

The article will consider the problem of improving the permeability as the ability of non-stop and efficient movement of robotic machines on different types of soils. As a rule, this problem plays a major role in the design of robotics. Since the use of robotics in the life of modern society is growing, so the consideration of this topic is relevant.

Keywords: robotics, propulsion, permeability of machines, traction function of the propulsion, efficient movement, non-stop operation of the propulsion, bearing capacity of the robot, deformation resistance.

В современном мире растет область применения робототехники: работа на опасных объектах, тушение пожаров без помощи оператора, выполнение спасательных операций или передвижение по заранее неизвестной местности. Альтернативы роботам не существует в ситуациях, когда выполнение некоторой задачи находится за пределами возможностей человека либо сопряжено с чрезмерной угрозой его здоровью и жизни. В статье будет рассмотрена проблема улучшения проходимости робототехнической техники или безэкипажных средств передвижения определяющими вид движителя. Поскольку данная проблема возникает при проектировании беспилотного управляемого робототехнического средства, поэтому анализ видов движителей определяющих их выбор является актуальной.

Проблема улучшения проходимости рассматривается как способность безостановочного и эффективного передвижения робототехнических машин по различным типам грунтов. Процесс взаимодействия движителя с грунтом, результат которого составляет основное содержание понятия «проходимость», относится к задачам со множеством эмпирических постоянных, зависящих от различных критериев, что дает возможность получения новых алгоритмов оптимизации.

Возможность передвижения любой робототехнической машины определяется двумя свойствами среды: ее несущей способностью и сопротивлением деформации. Несущая способность среды характеризуется ее физико-химическими свойствами в момент взаимодействия с опорной поверхностью робота-машины. Сопротивление грунта деформации как фактор, обеспечивающий тяговую функцию движителя, также зависит от свойств грунта в месте и в момент контакта с движителем. Если сцепление и внутреннее трение между частицами среды достаточно велики, то возникающие под действием приложенных со стороны движителя робота-машины силы деформации являются упругими и среда не разрушается. Третья функция движителя – восприятие неровностей грунта и гашение колебаний машины, вызванных движением по неровностям, – требует, чтобы ходовая часть представляла собой упругую среду с регулируемым (управляемым) внутренним трением. Обеспечение хорошей проходимости может быть достигнуто только при условии непрерывной оптимизации процесса решения многофакторной задачи хотя бы по трем перечисленным выше функциям.

Таким образом, тип движителя робота определяется реализуемым им способом передвижения в пространстве, который, в свою очередь обусловлен средой, в которой должен функционировать робот.

Анализ механических движителей позволил выделить следующие виды не имеющих аналогов в живой природе:

1) Колеса – обеспечивают подвижность робота и используются для передвижения роботов разных размеров и роботизированных платформ. Колеса могут быть любого размера, от нескольких сантиметров до 30 см и более. Роботы могут иметь любое количество колес, хотя 3 и 4 являются наиболее распространенными. Обычно трехколесный робот использует два колеса и шаровую опору на другом конце. Более сложные двухколесные роботы могут использовать гироскопическую стабилизацию. Это более редко встречается, так как колесный робот не может для поворотов использовать ничего, кроме управления заносом (как у танка). Реечное рулевое управление, например, как у автомобиля требует слишком много деталей, сложность и затраты перевешивают преимущества. Четырех и шести колесные роботы имеют преимущество от использования нескольких приводных двигателей (один из которых подключен к каждому колесу), который уменьшает скольжение. Также колеса могут дать роботу значительное преимущество в мобильности.

Преимущества – низкая стоимость по сравнению с другими методами, простой дизайн и конструирование, богатство выбора, шесть колес или более могут конкурировать с системой на гусеницах. Отличный выбор для начинающих. Недостатки – может потерять тягу (скольжение), малая площадь контакта (только небольшой прямоугольник или линии под каждое колесо в контакте с землей).

Колесо, обладающее хорошей проходимостью с большим ускорением, может быть применено два двигателя (по одному на два колеса для четырехколесного), но три степени свободы движения – роботы с дифференцированным приводом, где изменение направления движения достигается за счет разных скоростей.

Колесные роботы (например, рис. 1) предназначены для ликвидации последствий крупных аварий, катастроф и террористических актов, для разминирования, проведения поисково-спасательных операций, обеспечения охраны и внутренней безопасности, для радиационной, химической, биологической разведки и мониторинга.

2) большее сцепление с грунтом, по сравнению с колесными, обеспечивают гусеничные движители (рис. 2): более высокая мобильность, но при этом требуют больше энергии от мотора, громоздкость и сложность обеспечения плавности хода из-за отсутствия эластичной подвески и амортизаторов. Хотя гусеницы не обеспечивают дополнительную крутящий момент, они уменьшают скольжение и более равномерно распределяют вес робота, что делает их полезными на рыхлых поверхностях, таких как песок и гравий. Кроме того, трек-системы с определенной степенью гибкости могут лучше соответствовать неровной поверхности.



Рис. 1. Универсальная платформа колесного робота Arduino



Рис. 2. Модель гусеничного робота МРДМ-1, ИПСА ГПС МЧС России

Преимущества – постоянный контакт с землей предотвращает скольжение, которое может быть у колес, равномерно распределенный вес помогает использовать робота на различных поверхностях, робот может быть использован для увеличения дорожного просвета робота без использования больших колес.

Недостатки – при повороте возникает боковое усилие, которое действует на поверхность и это может привести к износу гусениц, звездочка, используемая для гусениц, может существенно ограничить количество двигателей, которые могут быть использованы, повышенная механическая сложность соединений и натяжение гусениц.

3) шнек – стержень со сплошной винтовой поверхностью вдоль продольной оси, одновременно может выступать как сверло специального назначения (рис. 3). Шнекоходы не нашли широкого применения и практически никогда не производились массово. Это вызвано двумя основными недостатками такого класса техники: вездеходы не приспособлены для движения по твердым поверхностям, таким как асфальт или бетон – при движении по твердым грунтовыми дорогам он просто превращает их в перепаханные грядки; очень низкая скорость движения робототехнических устройств при довольно высоких энергетических затратах. Но есть у шнекоходов и свои неоспоримые преимущества: такие вездеходы обладают отличной проходимостью в условиях снега, грязи, льда и очень хорошо зарекомендовали себя в роли водонепроницаемого движителя (на амфибийных средствах).

4) гравитационный гироскопический модуль состоит из: гироскопического узла; механизма синхронизации и разгона гироскопов; энергоблока. Гироскопический узел состоит из нескольких гироскопов (в данном варианте из двух). Обод каждого гироскопа, совместно с конструктивными элементами корпуса, образует газо или

жидкостно опорный подшипник (в данном варианте - воздушно опорный). Опорный подшипник компенсирует разрушающие нагрузки возникающие в роторах и передает их на корпус гироскопического узла. Компенсация происходит за счет подачи рабочего вещества (в данном случае воздуха) в зазор между ротором и внешними элементами опорного подшипника. Внешние элементы опорного подшипника могут быть: как неподвижно закрепленными на корпусе так и подвижные. Применяется данный движитель для стабилизации и координации движения робота, обладает двумя свойствами: способность сохранять направление главной оси относительно пространства; возникновение прецессии ротора при приложении к нему внешнего вращательного момента.

5) шаговые электродвигатели часто применяют в качестве привода для роботов, поскольку позволяет достаточно точно управлять роботом или роботизированными манипуляторами.



Рис. 3. Применение шнекового движителя



Рис. 4. Робот Big Dog, Boston Dynamics

6) прыгающий робот – быстрое высвобождение энергии позволяет получить достаточно большую моментальную мощность, но, к сожалению, такие параметры как высота, расстояние и траектория прыжка очень тяжело поддаются контролю (рис. 5).

7) вибрационные двигатели переменного тока – технический результат состоит в повышении мощности вибрационного двигателя посредством преобразования реактивной электроэнергии в дополнительное магнитное поле.

8) тороидальные двигатели дает большие движущие моменты, но при малых скоростях вращения и, наоборот, большие скорости вращения (выше 10 тыс. об/мин), но для очень малых движущих моментов (рис. 6). Эластомеханический движитель для робототехнических машин высокой проходимости – путь решения проблем повышения подвижности.

При разработке системы перемещения робота необходимо учитывать следующие моменты: скорость или ускорение движения; точность позиционирования; гибкость и надежность при различных условиях; эффективность.

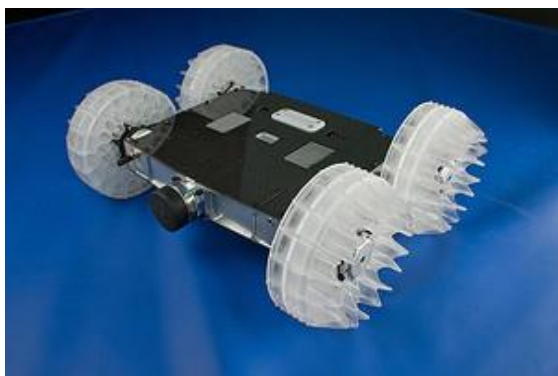


Рис. 5. Boston Dynamics – прыгающий малогабаритный 4-колесный робот **Sandflea**, DARPA

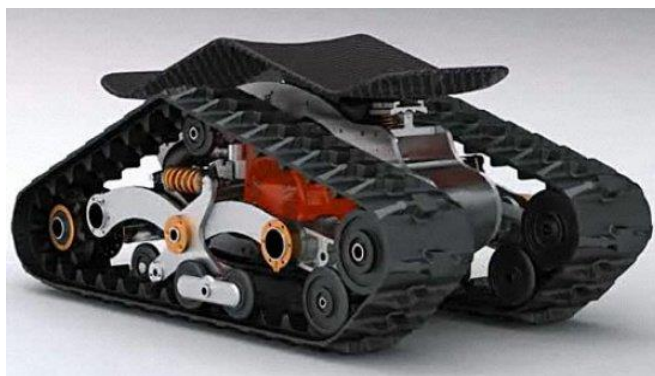


Рис. 6. Эластомеханический движитель на модели робота

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кропотова Н.А., Кочетков Л.В.* Анализ робототехники на службе МЧС России. // Пожарная безопасность и защита в ЧС: сборник материалов XI итоговой научно-практической конференции курсантов, слушателей и студентов, посвященной Году гражданской обороны. Иваново. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. С. 410-417.

УДК 621

Н. А. Мороз, А. М. Качуро

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА СТАДИИ РАЗВИТИЯ ТРЕЩИН УСТАЛОСТИ

Описанные в работе уравнения роста трещин многоциклового усталости, используются для оценки долговечности конструктивных элементов, работающих в условиях циклических нагрузок.

Ключевые слова: многоцикловая усталость, уравнения роста трещин усталости.

N. A. Moroz, A. M. Kachuro

EVALUATION OF DURABILITY OF DETAILS OF MACHINES AT THE STAGE OF DEVELOPMENT OF THE FATIGUE CRACK

The equations of crack growth of multicycle fatigue described in work, are used for an estimation of durability of the structural elements working in the conditions of cyclic loadings.

Keywords: high-cycle fatigue, equations of fatigue crack growth.

Большинство эксплуатационных разрушений деталей машин и элементов конструкций, работающих при переменных нагрузках, имеют усталостный характер. В

реальных условиях детали всегда имеют дефекты различного характера, которые появляются как на стадии производства металла, так и на стадии их последующей обработки. Наличие таких микродефектов может привести к возникновению усталостной трещины и выходу детали из строя задолго до окончания срока службы. Разрушения этого вида опасны, так как при достижении трещиной критических размеров скорость ее роста значительно возрастает, и разрушение происходит без заметной макроскопической деформации. В процессе эксплуатации машин и элементов конструкций, важнейшим является вопрос предсказания повреждений и разрушений деталей, работающих при циклических нагрузках. Для количественной оценки остаточного ресурса деталей, имеющих дефекты в виде трещин, необходимо исследовать законы распространения усталостных трещин, зарождающихся из опасных точек, как правило, на поверхности деталей.

С помощью уравнений повреждений могут описываться обе основные стадии длительного разрушения - стадия рассеянных повреждений и стадия развития макроскопических трещин. В первом случае предполагают, что повреждения развиваются одновременно во множестве малых объемов, выделенных из рассматриваемого тела, сохраняющего при этом свою сплошность в смысле основного допущения механики сплошной среды. Во втором случае в теле имеется одна или несколько макроскопических трещин и повреждения развиваются только перед фронтом каждой из этих трещин, т.е. носят локальный характер. Для полного описания процесса длительного разрушения нужно, строго говоря, располагать двумя различными уравнениями повреждений, одно из которых относится к первой стадии рассеянных повреждений, другое - ко второй стадии локальных повреждений. В современных расчетах на многоцикловую усталость элементов машин проявляется тенденция ограничиваться рассмотрением только стадии роста трещин усталости, развивающихся из некоторых исходных (технологических дефектов в виде малых поверхностных трещин с нормированной начальной длиной или глубиной).

Стадия диссеминированных повреждений многоцикловой усталости заканчивается в общем случае образованием одной или нескольких магистральных трещин, которые растут вследствие разрушений, происходящих в локальной зоне концентрации напряжений, перед фронтом трещины. В этой, постоянно смещающейся зоне протекает как бы непрерывный процесс малоцикловой усталости. Когда этот процесс завершается разрушением, фронт трещины (в пластине шириной B) продвигается в область еще неповрежденного материала.

Наиболее используемое уравнение движения трещины усталости, известное как уравнение Пэриса, имеет вид

$$\frac{dl}{dN} = A(\Delta K)^m, \quad (1)$$

где L - полудлина трещины, а ΔK - размах коэффициента интенсивности напряжений.

Последний коэффициент интенсивности имеет выражение

$$K = \sigma \alpha \sqrt{\pi l}. \quad (2)$$

Предполагается, что трещина в пластине - плоская и сквозная, расположенная перпендикулярно действию растягивающего напряжения σ .

Это напряжение должно быть значительно ниже предела текучести материала, который за пределами пластической зоны у кончика трещины работают в пределах упругости деформирования. Безразмерный коэффициент α отражает как геометрический фактор, так и характер распределения напряжений σ . При весьма большом отношении B/l этот коэффициент равен единице, что имеет место и в случае бокового надреза длиной l . При конечном отношении B/l и неравномерном распределении напряжений коэффициент α принимает другие значения. Случай сквозной трещины (рис. 1, а) в растянутой или изгибаемой пластине встречается при проведении различных опытов на трещиностойкость материалов.

В расчетах конструкционных элементов чаще встречается случай плоской поверхностной трещины (рис. 1, б). Очертание фронта такой трещины в процессе ее развития по ряду экспериментальных данных близко к полу-эллипсу. Соотношение его полуосей по данным опытов составляет примерно 0,38. Постоянство этой величины при изменении абсолютных размеров трещины объясняется тем, что независимо от исходной формы, она приобретает через некоторое число циклов нагружения устойчивую форму равного сопротивления продвижению во всех точках ее фронта. Коэффициент интенсивности K сохраняет и в этом случае выражение и иных значениях α , но часто используют так же и выражение

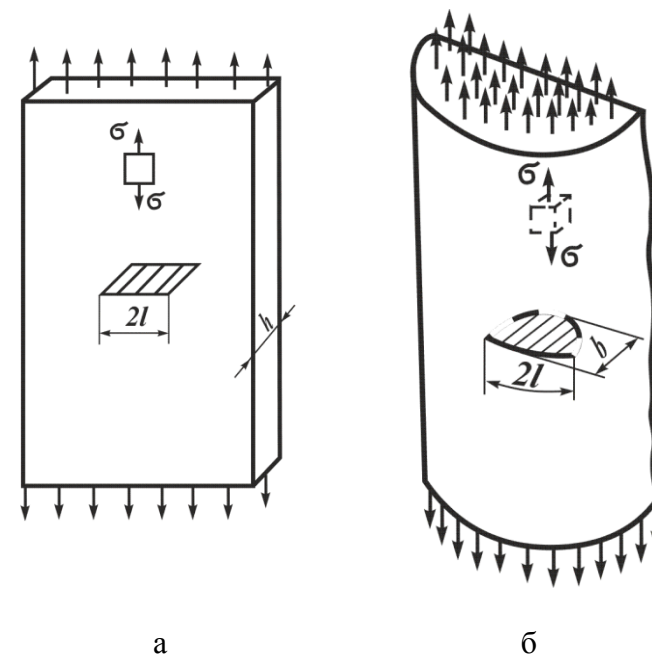


Рис. 1. Схематическое изображение трещин (а – сквозное, б – поверхностное)

$$K = \sigma\alpha\sqrt{\pi b},$$

где b - глубина трещины (рис. 1, б).

В тех случаях, когда глубина b соизмерима с расстоянием от контура трещины до противоположной поверхности тела, теоретическое определение коэффициента K оказывается затруднительным и его обычно находят экспериментальным путем (так называемый метод K -трактовки) с использованием энергетической трактовки условий предельного равновесия трещин, распространяющихся путем квазихрупкого разрушения, т.е. такого, когда пластические деформации могут повлиять лишь в локальных зонах у кончиков трещины.

Выражение для размаха коэффициент интенсивности напряжений можно записать в виде

$$\Delta K = 2\sigma_0\alpha\sqrt{\pi l} = \sigma_{max}(1 - R)\alpha\sqrt{\pi l}$$

и подставив его в уравнение (1), переписать так

$$\frac{dl}{dN} = A\sigma_{max}^m(1 - R)^m\alpha^m\pi l^{m/2}. \quad (3)$$

Коэффициент A и m подбираются по экспериментальной кривой зависимости скорости роста ΔK (рис. 2).

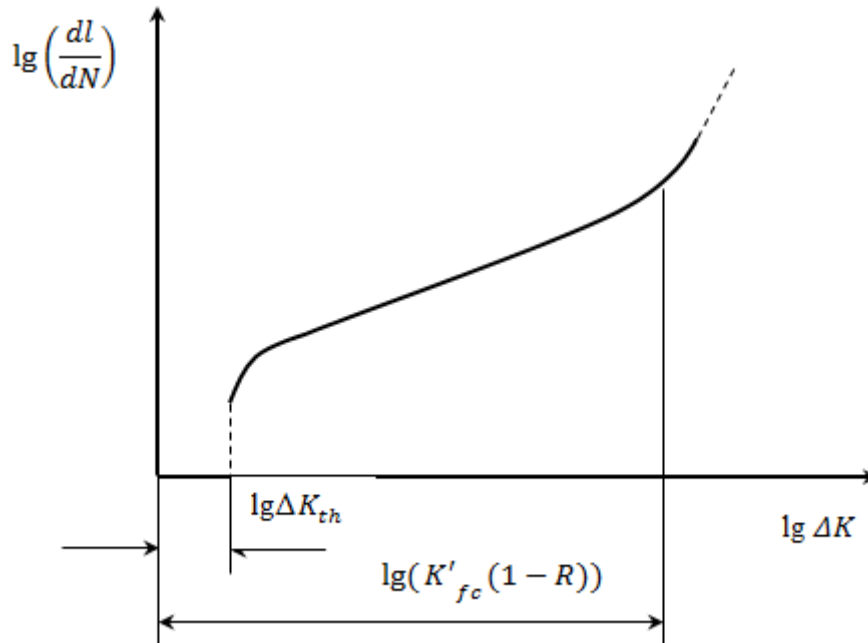


Рис. 2. Зависимость скорости роста трещин от размаха коэффициента интенсивности напряжений

Эта кривая имеет в логарифмических координатах средний участок, близкий к линейному. При малых значениях $\Delta K < \Delta K_{th}$ трещины в условиях циклического действия напряжения не растут, а с достижением предельного значения

$$K_{max} = \sigma_{max}\alpha\sqrt{\pi l} = K_{fc}$$

трещина переходит в стадию спонтанного роста, причем конструкционный элемент полностью разрушается. Вопросам экспериментального определения предельного значения коэффициента интенсивности напряжений, рассматриваемого как механическая характеристика материала, посвящено много работ. Значения критического коэффициента интенсивности напряжений для данного материала не очень стабильны и зависят от условий опыта, из которого они определяются. Нестабильна и величина K_{fc} , относящаяся к условиям циклического нагружения. Однако за критическое значение коэффициента интенсивности напряжений можно принимать не то, которое отвечает переходу на стадию спонтанного роста трещины, а меньшее значение, например, размах

$$\Delta K_* = K'_{fc},$$

соответствующий переходу от линейного участка диаграммы к криволинейному участку ускоренного развития трещины в случае $R=0$. При других коэффициента асимметрии критического размаха составит

$$\Delta K_* = K'_{fc}(1 - R).$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Броек Д.* Основы механики разрушения. М.: Высшая школа. 1980. 368 с.
2. *Хажинский Г.М.* Основы расчетов на усталость и длительную прочность. М.: Ленанд. 2016. 168 с.
3. *Хруничева Т.В.* Детали машин. Типовые расчеты на прочность. М.: Форум. 2007. 224 с.

УДК 629.73

А. Д. Морозов, А. А. Арбузова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

БЕСПИЛОТНАЯ АВИАЦИЯ НА СЛУЖБЕ МЧС РОССИИ

В статье рассмотрены современные беспилотные летательные аппараты. Приведена характеристика групп летательных аппаратов. Рассмотрены возможности их использования для мониторинга пожарной обстановки.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, пожар.

A. D. Morozov, A. A. Arbuzova

UNMANNED AIRCRAFT IN THE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA

In article modern unmanned aerial vehicles are considered. The characteristic of groups of aircraft is provided. The possibilities of their use for monitoring of a fire situation are considered.

Keywords: an unmanned aerial vehicle, fire.

Значительные достижения науки и техники привели к появлению и активному внедрению новейших разработок в военный и гражданский сектора. Одним из нововведений последних лет является активное использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В различных странах БПЛА используются в сферах сельского хозяйства, строительства, массовой информации, картографии и конечно же безопасности, например, для контроля за пожарной безопасностью.

В стороне не остался и МЧС России, который также принял на вооружение беспилотники для получения актуальных данных о текущей ситуации на различных наблюдаемых объектах и оперативного принятия решений о дальнейшей деятельности. Данные аппараты могут заменить существующие пилотируемые аппараты (вертолет, самолет) при выполнении заданий, связанных с риском для жизни и здоровья

экипажей, а также с высокой вероятностью потери дорогостоящей авиационной техники. Первые беспилотные летательные аппараты поступили в МЧС России в 2009 г. Летом 2010 г. беспилотные летательные аппараты задействовались для мониторинга пожарной обстановки в Московской области, в частности, на территории Шатурского и Егорьевского районов [1].

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации №138 под беспилотным летательным аппаратом понимается летательный аппарат, выполняющий полет без пилота (экипажа) на борту и управляемый в полете автоматически, оператором с пункта управления или сочетанием указанных способов [2].

Согласно [3] по типу полета существует несколько групп БПЛА. Схематично данные группы приведены на рис. 1.

Примеры рассмотренных БПЛА приведены на рис. 2.

Характеристика беспилотных летательных аппаратов приведена в таблице.

Беспилотные летательные аппараты обладают рядом преимуществ, среди которых можно выделить следующие: осуществление полетов в различных погодных условиях, в том числе и неблагоприятных, обнаружение чрезвычайных ситуаций на ранних стадиях (например, лесные пожары, горение торфяников), определение точных координат районов ЧС, разведка обстановки на значительном расстоянии и в труднодоступных районах.



Рис. 1. Группы беспилотных летательных аппаратов



а



б

Рис. 2. Беспилотный летающий аппарат
а) самолетного типа; б) вертолетного типа

Таблица. Характеристика беспилотных летательных аппаратов

Группа БПЛА	Тип подъемной силы	Характеристика БПЛА
С жестким крылом (самолетного типа)	Аэродинамический, за счет напора воздуха, набегающего на неподвижное крыло	Высокие длительность полета, высота полета и скорость. Схемы компоновки самолета и типы фюзеляжей аналогичны пилотируемой авиации
С гибким крылом	Аэродинамический, в качестве несущего крыла используется гибкая (мягкая) конструкция	Форма крыла – прямоугольник или эллипс. Крыло может быть мягким, иметь жесткий или надувной каркас. Выполнено крыло из ткани, эластичного полимерного материала или упругого композитного материала, обладающего свойством обратимой деформации. Недостаток: трудность управления, так как навигационные датчики не имеют жесткой связи с крылом и высокая зависимость от погодных условий.
Вертолетного типа (с вращающимся крылом)	Аэродинамический за счет вращающихся лопастей несущего винта (винтов)	Крылья отсутствуют или выполняют вспомогательную роль. Достоинства: способность зависать в точке и высокая маневренность.
С машущим крылом	Бионический – копировании движений, создаваемых в полете птицами и насекомыми	Обладают высокой энергоэффективностью и маневренностью. Однако широкого практического применения не получили, серийно не выпускаются, только единичные образцы.
Аэростатического типа (беспилотные дирижабли)	Архимедова за счет действия на баллон, заполненный легким газом (например, гелием).	Представляют собой комбинацию аэростата с двигателем (винт) и системы управления ориентацией. По конструкции подразделяются на мягкий, полужесткий и жесткий типы. Жесткие дирижабли в беспилотном исполнении пока практически не применяются. В дирижаблях мягкого и полужесткого типа оболочка для несущего газа мягкая, приобретает требуемую форму после закачки в неё несущего газа под определённым давлением.

Современные аппараты снабжены системами наведения, бортовыми радиолокационными комплексами, видеокамерами и датчиками. Бортовая система связи функционирует в разрешенном диапазоне радиочастот и обеспечивает передачу данных с борта на землю и с земли на борт.

Также передается и видео / фото информация в режиме реального времени с высокой четкостью. Могут выполнять задания по заранее введенному маршруту или управляться напрямую оператором. При оценке развития ситуации оператором определяются направление распространения огня, количество очагов возгорания, уровень угрозы населенным пунктам и объектам инфраструктуры и промышленно-

сти, расположение пожарных расчетов и пожарной техники относительно очагов возгорания и источников воды (при их наличии).

Все это позволяет сотрудникам МЧС оперативно реагировать и принимать взвешенные решения для устранения чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспилотные летательные аппараты в МЧС России: виды и классификация. [Электронный ресурс]. Дата обновления: 11.06.2017. URL: <http://fireman.club/statyi-polzovateley/bespilotnyie-letatelnyie-apparatyi-v-mchs-rossii-vidyi-i-klassifikatsiya/> (дата обращения: 01.03.2018).

2. Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 N 138 (ред. от 30.01.2018) «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации».

3. МЧС России. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 02.03.2018).

УДК 614.84

А. В. Некрасов

Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России

НАДЕЖНОСТЬ ГРАВИТАЦИОННЫХ СЕПАРАТОРОВ

Определены базовые события, приводящие к отказу гравитационного сепаратора. Методом «дерева отказов» найдены вероятности отказов, являющихся причинами пожаров и взрывов на производстве.

Ключевые слова: гравитационный сепаратор, надежность, вероятность отказа, пожарная безопасность.

A. V. Nekrasov

THE DEPENDABILITY OF GRAVITY SEPARATORS

The basic events leading to the failure of the gravity separator are determined. By the method of «failure tree», the probabilities of failures, which are the causes of fires and explosions in the production, are found.

Ключевые слова: gravity separator, dependability, failure probability, fire safety.

Перспективным направлением повышения пожарной безопасности зерноперерабатывающих предприятий является разделение сыпучих смесей в гравитационном силовом поле за счет накопленной продуктом потенциальной энергии [5]. Эту энергию продукт неизбежно приобретает в результате подъема на высоту загрузочного устройства на предыдущих стадиях его переработки.

Гравитационные сепараторы [1, 4] в силу своего принципа действия просты в конструкции, не имеют движущихся деталей и узлов, не оказывают динамического воздействия на сыпучий материал. Они отвечают самым высоким производственным, экологическим, санитарным требованиям, а также требованиям пожарной безопасности. В качестве одного из главных достоинств рассматриваемого оборудования декларируется его высокая эксплуатационная надежность.

Для того чтобы уверенно утверждать, что гравитационный сепаратор превосходит по показателям надежности традиционные машины, необходимо дать количественную оценку надежности.

Одним из показателей надежности является значение вероятности безотказной работы – вероятности того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет. Предварительный анализ конструкции и принципа действия гравитационных сепараторов [1, 4] показывает, что существует два варианта отказов (аварийных ситуаций), которые в результате развития могут привести к пожарам и взрывам на производстве, это – разгерметизация сепаратора с выходом пыли в объем помещения и завал каналов сепаратора зерном. Представленные на рис. 1 и рис. 2 деревья отказов отражают базовые исходные события и устанавливает причинно-следственные связи, обуславливающие возникновение данных ситуаций.

При построении и анализе деревьев отказов использованы условные обозначения и расчетные формулы оценки вероятности события-следствия по ГОСТ [2]. Результаты расчетов основных событий и вероятностей отказа приведены в табл. 1-4.

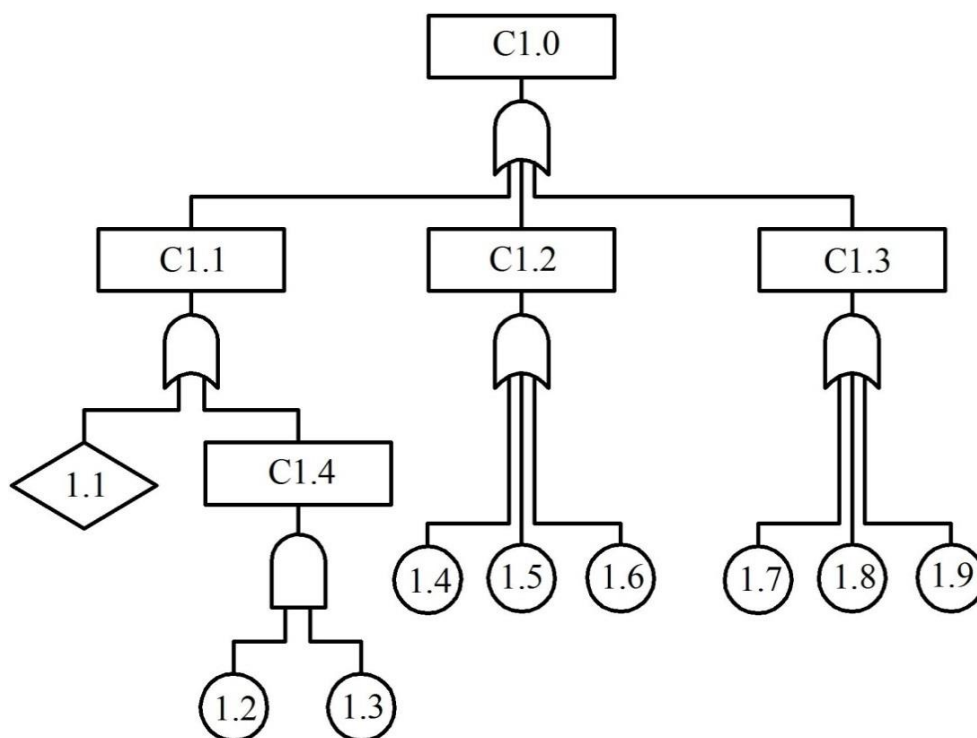


Рис. 1. Дерево отказов ДО1, приводящее к разгерметизации сепаратора и выходу пыли в помещение

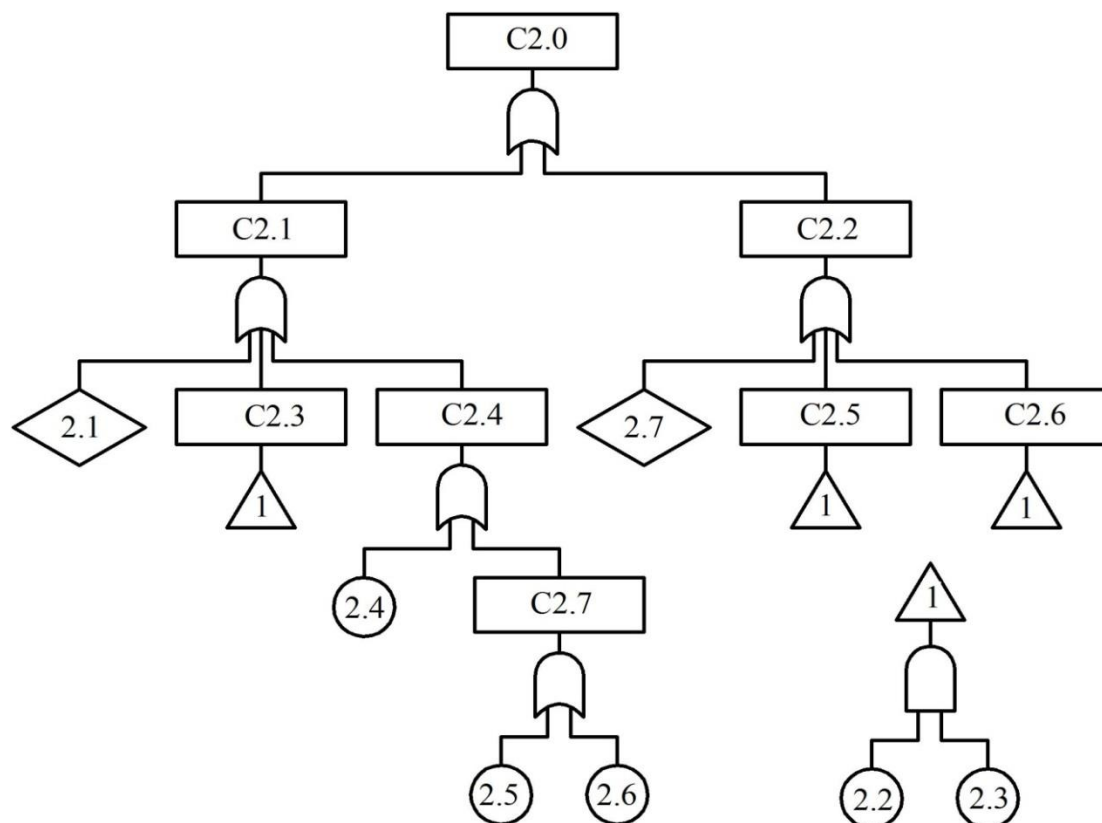


Рис. 2. Дерево отказов ДО2, приводящее к завалу сепаратора зерном

Таблица 1. Характеристика базовых событий ДО1

№	Базовое событие	Интенсивность отказа $\lambda \cdot 10^6 \text{ ч}^{-1}$	Вероятность отказа
1.1	Непреднамеренное, случайное повреждение при проведении ремонта или технического обслуживания смежного оборудования или сепаратора	–	–
1.2	Отказ магнитного сепаратора (магнитной колонки)ГУ 5142-001-59558631-2002	0,00005	$4,38 \cdot 10^{-7}$
1.3	Повреждение защитной решетки	0,005	$4,37 \cdot 10^{-5}$
1.4	Износ герметизирующих прокладок между деталями корпуса	0,02	$1,76 \cdot 10^{-4}$
1.5	Износ (усталостный, механический) пластиковых деталей корпуса	0,004	$3,51 \cdot 10^{-5}$
1.6	Нарушение герметичности мест крепления осей направляющих полок	0,02	$1,76 \cdot 10^{-4}$
1.7	Не закрыты (не затянуты) элементы креплений деталей корпуса	0,02	$1,76 \cdot 10^{-4}$
1.8	Незакрыты перед пуском смотровые крышки корпуса	0,005	$4,37 \cdot 10^{-5}$
1.9	Не установлены или установлены с нарушением герметизирующие элементы	0,02	$1,76 \cdot 10^{-4}$

Таблица 2. Сводная таблица событий дерева отказов ДО1

Шифр	Описание	Вероятность
C1.0	Разгерметизация аппарата и выход пыли в помещение	$5,23 \cdot 10^{-4}$
C1.1	Повреждение в результате внешнего механического воздействия	$4,46 \cdot 10^{-7}$
C1.2	Износ элементов конструкции сепаратора	$3,85 \cdot 10^{-4}$
C1.3	Повреждения при ремонте и техническом обслуживании	$1,38 \cdot 10^{-4}$
C1.4	Проникновение в сепаратор посторонних крупных примесей	$7,65 \cdot 10^{-9}$

Таблица 3. Характеристика базовых событий ДО2

№	Базовое событие	Интенсивность отказа за $\lambda \cdot 10^6 \text{ ч}^{-1}$	Вероятность отказа
2.1	Увеличение производительности сверх пропускной способности сепаратора	–	–
2.2	Отказ магнитного сепаратора (магнитной колонки) ТУ 5142-001-59558631-2002	0,00005	$4,38 \cdot 10^{-7}$
2.3	Повреждение защитной решетки	0,005	$4,37 \cdot 10^{-5}$
2.4	Поломка направляющей полки	0,025	$2,19 \cdot 10^{-4}$
2.5	Механической повреждение системы регулирования	0,005	$4,37 \cdot 10^{-5}$
2.6	Ложный сигнал системы управления	0,12	$1,05 \cdot 10^{-4}$
2.7	Высокое содержание проходowego компонента	–	–

Таблица 4. Сводная таблица событий дерева отказов ДО2

Шифр	Описание	Вероятность
C2.0	Завал сепаратора зерном	$3,67 \cdot 10^{-4}$
C2.1	Завал канала схода	$3,67 \cdot 10^{-4}$
C2.2	Завал канала прохода	$3,81 \cdot 10^{-12}$
C2.3	Забивание канала схода посторонними крупными примесями	$1,91 \cdot 10^{-12}$
C2.4	Канал прохода перекрыт направляющей полкой	$3,67 \cdot 10^{-4}$
C2.5	Повреждение разделяющей поверхности	$1,91 \cdot 10^{-12}$
C2.6	Повреждение перегородки между секциями	$1,91 \cdot 10^{-12}$
C2.7	Выход из строя системы регулирования	$1,48 \cdot 10^{-4}$

Исходные данные по интенсивностям отказов конструктивных элементов сепаратора взяты из [3] для аналогичных по конструкции, назначению и принципу действия деталей и узлов. Усредненные параметры надежности средств автоматизации получены в результате анализа материалов электронных ресурсов. В качестве расчетного периода времени, за который производится определение вероятности отказов принимается $t = 8760$ часов (календарный год).

При расчете вероятности события C1.3 учитывалось влияние человеческого фактора. Коэффициент значимости человеческого фактора для технологического оборудования при учете таких источников его проявления, как «недостаток знаний» и «ошибки и промахи» $k_N = 0,35$ [6].

Окончательно вероятности отказов оборудования, которые могут повлечь за собой разгерметизации аппарата – $Q_1 = 5,23 \cdot 10^{-4}$ и завала каналов сепаратора зерном – $Q_2 = 3,67 \cdot 10^{-4}$. Принимая во внимание, что в период нормальной эксплуатации вероятность безотказной работы

$$P = 1 - Q = e^{-\lambda t},$$

тогда интенсивность отказов

$$\lambda = -\ln(1 - Q)/t.$$

После подстановки получим $\lambda_1 = 5,97 \cdot 10^{-8} \text{ ч}^{-1}$, $\lambda_2 = 4,19 \cdot 10^{-8} \text{ ч}^{-1}$.

Найденные значения на несколько порядков меньше интенсивностей отказов традиционного просеивающего оборудования. Данный факт свидетельствует о перспективности применения гравитационных сепараторов в пожаровзрывоопасных производствах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вертикальный сепаратор-транспортер: пат. 2270062 Рос. Федерация. № 2004121387/03/ Авдеев Н. Е., Чернухин Ю. В., Некрасов А. В., Выборнов А. В.; заявл. 12.07.2004; опубл. 20.02.2006, Бюл. № 5. 6 с.
2. ГОСТ 27.302-2009 Анализ дерева неисправностей. М: Стандартиформ, 2012. 27 с.
3. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Стандартиформ, 2006. 65 с.
4. Классификатор сыпучих материалов: пат. 2122473 Рос. Федерация. № 97120030/13/ Авдеев Н. Е., Чернухин Ю. В., Некрасов А. В.; заявл. 02.12.97; опубл. 27.11.98, Бюл. № 33. 5 с.
5. Некрасов А. В., Калач А. В., Исаев А. А. Повышение пожарной безопасности зерноперерабатывающих предприятий за счет использования гравитационных сепараторов// Пожаровзрывобезопасность. 2011. № 7. С. 18-20.
6. Техногенные системы и теория риска/ А. В. Багров, А. К. Муртазов. Рязань: Рязанский государственный университет. 2010. 207 с.

УДК 531.58

М. А. Ноздрин, А. А. Губина

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ В КОНСТРУКЦИИ ПАРАШЮТА

Рассматривается прочностной расчет для узла парашютной системы – трехместной траверсы с карабинами и ленточными узлами крепления, которая должна удовлетворять требованиям надежности в реальных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: парашют, прочность, перемещения, метод конечных элементов.

M. A. Nozdrin, A. A. Gubina

INVESTIGATION OF THE STRENGTH OF METAL PRODUCTS IN THE CONSTRUCTION OF A PARACHUTE

Strength calculation is considered for a parachute system node - a triple traverse with carabines and banded fastening nodes, which must satisfy the reliability requirements in real operating conditions.

Keywords: parachute, strength, displacement, finite element method.

Прочностные расчеты в сфере парашютостроения являются одной из самых актуальных тем в сфере инжиниринга на данный момент. Постоянно требуется разработка новых технологий для производства универсального, надежного, прочного и недорогого оборудования.

В работе представлено исследование прочности металлического изделия в конструкции парашютной системы «Мега-90», которая разрабатывается на Ивановском парашютном заводе «Полёт». Система «Мега-90» содержит трехместную траверсу из алюминиевого сплава В95Т1, два карабина из стали коррозионностойкой обыкновенной, которые соединяют траверсу с куполом парашюта через стропную систему, а также ленточные узлы креплений из полиамидного материала (рис. 1).

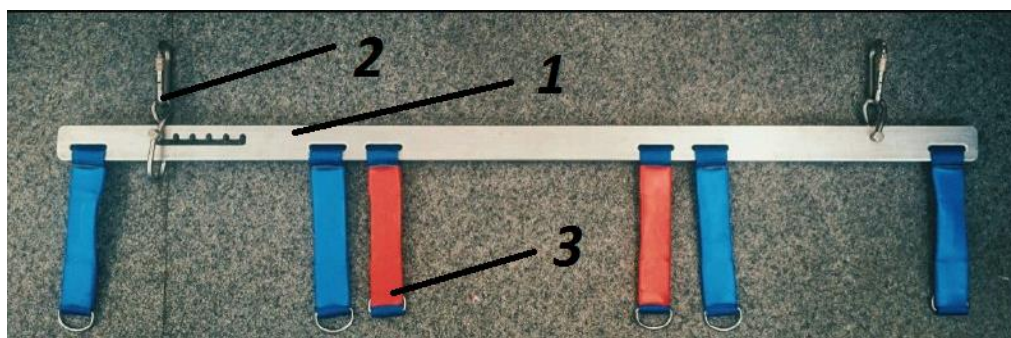


Рис. 1. Компоненты системы (1 – трехместная траверса, 2 – карабин, 3 – ленточный узел крепления)

Рассматриваемая система должна удовлетворять требованиям надежности в реальных условиях эксплуатации - выдерживать полет трех человек с общим весом 250 кг с трехкратным запасом прочности.

Для проведения исследований прочности указанной конструкции первоначально выполняются замеры натуральных деталей. Затем составляется конструкторская документация, которая в свою очередь определяет организацию и состав всего рассматриваемого узла, а также содержит необходимые данные для проектирования изделия в промышленных масштабах.

Исходные данные включают в себя, как указания о маркировке изделий, о размерах для справок, о правильной технике эксплуатации и прочее, так и данные об используемых материалах.

При проектировании используются следующие материалы [1,2]:

– алюминиевый сплав В95Т1 – высокопрочный термоупрочняемый сплав алюминия с цинком, магнием и медью. Это самый прочный из наиболее известных сплавов алюминия.

– сталь 12Х18Н10Т – нержавеющая сталь, которая является одним из наиболее востребованных видов сталей подобного рода. Отличается тем, что в ее состав включается титан.

– полиамидный материал – используется при изготовлении стропных систем или грузовых ремней, то есть при изготовлении приспособлений, используемых при погрузке или подъеме грузов. Ленты из полиамидного материала обладают рядом преимуществ: маленький собственный вес; устойчивы к воздействию масел, жиров, щелочей; используются при температурах от -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$; мало подвержены деформациям, растяжениям и истиранию; гибкость, позволяющая работать даже с нестандартным грузом; мягкость материала предохраняет руки рабочих от травм, а материал груза от повреждения; компактность в сложенном состоянии.

После составления конструкторской документации и определения рода материалов, входящих в конструкцию, создается модель материала.

Натурные образцы из вышеперечисленных материалов, выполненные по ГОСТ, испытываются на растяжение на специальных испытательных разрывных машинах. Данный эксперимент помогает определить необходимые параметры для дальнейшего исследования прочности конструкции, такие как: модуль упругости (модуль Юнга), плотность, коэффициент Пуассона.

После создания модели материалов выполняется прочностной расчет – численно и аналитически.

Для численного решения используются современные средства конечно-элементного анализа, а также проектирования 2-D и 3-D объектов, дающие конструктору высокие возможности по оптимизации характеристик механизмов и облегчающих процесс их создания. В расчётах применяется программный пакет ANSYS Workbench, в который предварительно импортируется модель узла парашютной системы, созданная в программе Компас-3D.

Аналитический расчет представляет собой решение задачи методами сопротивления материалов с предварительным созданием расчетной схемы. Строятся эпюры перемещений, выполняется проверка на прочность.

Программный комплекс работает по следующему алгоритму:

1) моделируется необходимый конструктору материал с характеристиками, полученными из эксперимента;

2) задается модель материала;

3) формируются нагрузки и закрепления;

4) выводятся необходимые результаты расчета: Total Deformation (общие перемещения), Equivalent Stress (эквивалентные напряжения).

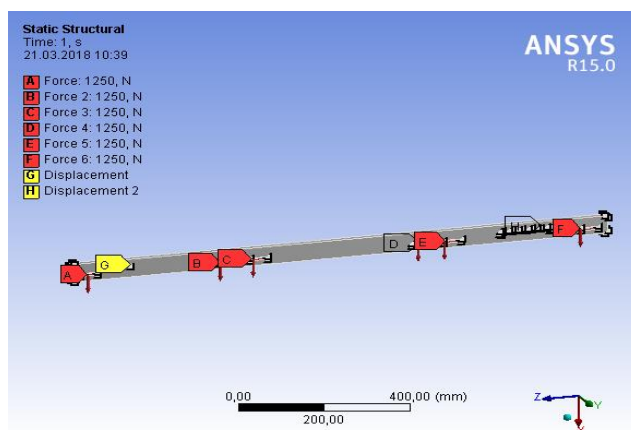


Рис. 2. Схема нагружения траверсы

Численно рассчитывается трехместная траверса по схеме нагружения, соответствующей поставленным ранее требованиям (рис. 2). Результаты прочностного расчета представлены на рис. 3.

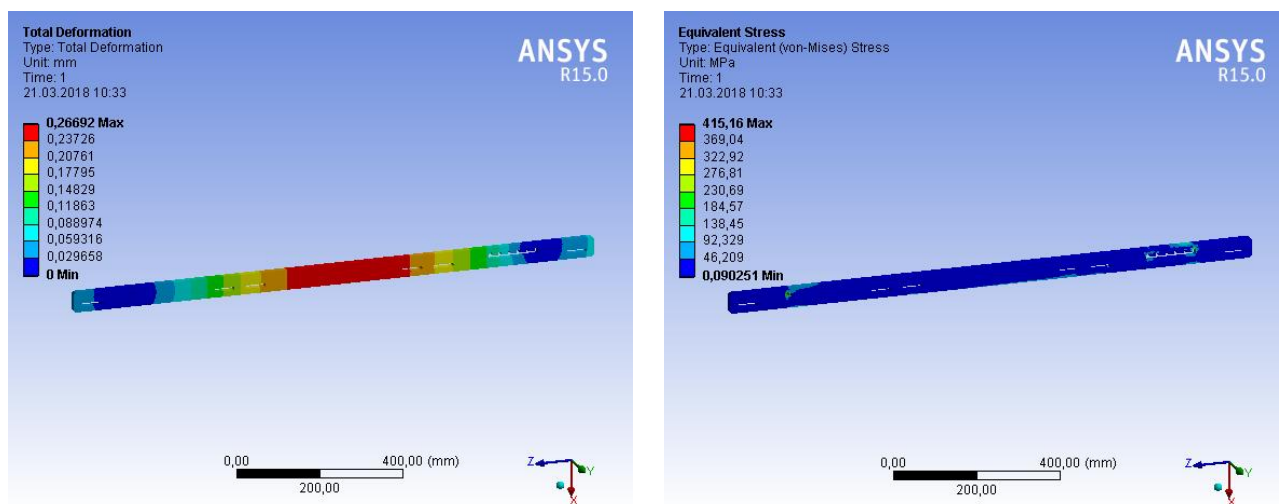


Рис. 3. Эпюры максимальных напряжений (МПа) и общих деформаций (мм)

Результаты, полученные по обоим методам, сравниваются между собой. Даются рекомендации по улучшению геометрии конструкции для обеспечения наибольшей прочностной способности, а также по возможности использования других материалов при изготовлении изделия для экономии производственных затрат. Аналогично рассчитываются и остальные компоненты системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СпецМеталл [Электронный ресурс] // 2012. URL: <http://nfmetall.ru/>
2. Диамант Сталь [Электронный ресурс] // 2015. URL: <http://diamantstal.ru/>

УДК 621.7-4

Т. А. Огаркова, Е. А. Платонова, И. И. Ведерникова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ БОРИРОВАННЫХ СЛОЕВ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

В работе проведен сравнительный анализ различных методов упрочнения поверхностей деталей машин при помощи борирования с последующей лазерной обработкой.

Ключевые слова: поверхностный слой, процесс упрочнения, борирование, лазерное воздействие, микротвердость.

T. A. Ogarkova, E. A. Platonova, I. I. Vedernikova

FEATURES OF STRUCTURE FORMATION OF BORATED LAYERS DURING LASER EXPOSURE

The paper presents a comparative analysis of various methods of strengthening the surfaces of machine parts by means of boration followed by laser treatment.

Keywords: surface layer, hardening process, boration, laser action, microhardness.

Долговечность и надежность деталей машин и механизмов во многом определяется свойствами поверхностного слоя, так как коррозия, износ, образование усталостных трещин начинается именно с поверхности.

Современные технологии локального поверхностного упрочнения сталей сосредоточенными потоками энергии: газопламенными, светолучевыми, электродуговыми, плазменными, индукционными, электромеханическими, электронно-лучевыми, ультразвуковыми достаточно хорошо известны и изучены. С момента зарождения они прошли свой эволюционный путь развития, с успехом апробированы на практике и внедрены во многих отраслях промышленности, но к настоящему времени их потенциальные технологические возможности повышения эффективности упрочнения поверхности конструкционных и инструментальных сталей практически исчерпаны.

В настоящее время лазерные технологии поверхностного упрочнения сталей начинают всё больше применяться в промышленности технологически развитых странах, так как обеспечивает наиболее высокое качество упрочненного слоя при оптимальных технико-экономических показателях процесса упрочнения, а также достаточно легко поддается автоматизации и роботизации.

Одним из эффективных способов упрочнения поверхности методами ХТО является борирование: при его применении достигается аномально высокая твердость поверхности. Однако высокая твердость боридных слоев сопровождается значительной хрупкостью. Снижением хрупкости боридных слоев можно значительно увеличить эксплуатационные свойства изделий. Из вышеизложенного можно назвать целью научной работы исследование процесса борирования поверхностей с последующим упрочнением лазерной обработкой.

Одним из вариантов борирования поверхностей является нанесение борсодержащей обмазки на образцы технического железа и стали 40Х [1]. Затем осуществляется импульсная лазерная обработка материала. Известно, что твердый раствор бора в ОЦК (объемно-центрированная кристаллическая решетка) железе имеет микротвердость 3700 МПа, модифицированная структура $Fe\alpha + Fe_3B$ – 63000 МПа, эвтектические структуры дендритного строения имеют твердость 6000–16000 МПа у технического железа и 10000–16000 МПа у стали 40Х. Боридные структуры в стали 40Х имеют следующие микротвердости: Fe_2B – 16800 МПа; Fe_2B+FeB – 16800–18900 МПа; FeB – 18900– 21000 МПа. Результаты испытаний образцов, упрочненных данным способом, на машине трения СМЦ-2 показывают уменьшение коэффициента трения в паре «ролик-колодка» во всем диапазоне давлений вплоть до давления заедания. Так, при испытании не упрочненной колодки с объемно закаленным роликом давление заедания составило 5,8 МПа, с упрочненной лазером колодкой – 8,2 МПа, а после лазерного легирования – 10,5 МПа.

Другим вариантом борирования на образцы стали 45 наносили аморфный бор в виде обмазки толщиной около 30 мкм [2]. Оплавление осуществляли в атмосфере аргона непрерывным CO₂-лазером. Металлографический анализ показал, что глубина оплавления составляет 40–50 мкм. Микротвердость борированных слоев – 12000 МПа. Под борированным слоем располагается зона закалки из твердого состояния 500–600 мкм, с микротвердостью 7800–8500 МПа. Глубина борированного слоя увеличивается с повышением содержания углерода [3]. По данным рентгеноструктурного анализа, борированный слой в техническом железе состоит из трех фаз – FeB, Fe₂B и α -фазы, т.е. бористого феррита. В сталях 40 и У8 кроме этих фаз присутствует бороцементит Fe₃(B,C) – твердый раствор с переменной концентрацией бора и углерода на базе цементита. Микротвердость в зоне легирования составила: у боридов 13000–18000 МПа; у эвтектика 7000–12000 МПа; у α + эвтектика 3800–11000 МПа; у смеси бориды + эвтектика 8000–19000 МПа. Меньшие значения микротвердости соответствуют техническому железу, а большие – стали У8, т.е. с повышением содержания углерода твердость увеличивается.

Однако замечено, что в диапазоне малых скоростей скольжения – 0,05–0,5 м/с – диффузионные боридные слои, полученные методом химико-термической обработки, интенсивно разрушаются [4]. Основными причинами разрушения являются: отсутствие износостойких вторичных структур, высокая хрупкость боридов железа, наличие микротрещин и пор в боридном слое. Боридные частицы, отделившиеся из поверхностного слоя, имея высокую микротвердость, инициируют развитие абразивного износа. Для композиционных структур, пластичность которых во много раз выше, чем сплошного боридного слоя, абразивное изнашивание значительно ниже из-за отсутствия сколов и трещин в поверхностном слое во всем рассматриваемом диапазоне скоростей скольжения. В композиционных структурах в результате пластической деформации при трении и изнашивании, приложенная нагрузка действует преимущественно на хрупкую составляющую. Энергия, требуемая для разрушения мелкодисперсных частиц, значительно больше энергии, необходимой для разрушения боридов размером с десятки и сотни микрометров. Кроме того, твердые частицы боридов железа препятствуют движению дислокаций и тем самым способствуют увеличению степени упрочнения самой матрицы.

Еще одним вариантом борирования [5] исследуемые борированные слои получены при насыщении в порошковой смеси, содержащей 3% NH₄F, 10% Al₂O₃, 87% В₄С. Температура насыщения 950 °С, продолжительность – 6 ч. Работа проводилась с целью повышения пластичности борированных слоев и расширения области применения метода. Основные пути реализации: изменение фазового состава с уменьшением твердости; диспергирование структуры поверхности и/или подслоя; создание плавного перехода твердости от поверхности к сердцевине, создание разгрузочных зон. Боридные слои имеют игольчатое строение. Основными фазами слоев являются FeB и Fe₂B с твердостью 2150 HV и 1600 HV соответственно.

Лазерную обработку проводили на сканере для пространственного управления лазерного луча, оснащенном лазерной установкой «Комета-М» и сканирующими устройствами для высокочастотного колебания луча [6]. Мощность излучения изменялась в пределах 700–1300 Вт. Скорость перемещения луча 2–50 мм/с. Лазерный нагрев боридного покрытия производили двумя способами: расфокусированным лучом и лучом, сканирующим с частотой 220 Гц в направлении, поперечном его перемещению. В первом случае ширина зоны лазерного воздействия составила 2,4–3,2 мм,

во втором – 5,6–6,1 мм. В результате высокоскоростного нагрева и охлаждения, проходящих по механизму теплопроводности вглубь материала, наблюдается дробление структуры и устранение дефектов в виде пор. Это может способствовать повышению износостойкости слоев, упрочненных лазерным лучом. Средняя микротвердость столбчатых структур составила 15000 МПа, серых зон, расположенных между столбчатыми структурами и под ними, – 7500 МПа. Нагрев материала основы приводит к образованию мартенсита на месте бывших перлитных зерен. Феррит претерпевает фазовый наклеп, и его микротвердость становится в 1,5–2 раза выше, чем в исходном состоянии. При воздействии на поверхность расфокусированным лучом на всех режимах наблюдается частичное выгорание боридного покрытия. При обработке высокочастотным сканирующим лучом топография поверхностного слоя имеет более ровный характер и незначительно отличается от исходного состояния. Обработка выполнена при скорости перемещения 4–9 мм/с и мощности луча 300 Вт. При повышении мощности излучения лазера до 400–500 Вт и скоростей перемещения оптической головки до 15–25 мм/с полученные наплавленные слои имели ширину 1,2–1,5 мм. Высокие скорости наплавки ведут к уменьшению прогрева основного материала. Это является важным фактором для наплавки тонкостенных деталей.

Изменения в поверхностных слоях, вызванные электронно-лучевой обработкой, оказывают заметное влияние на последующее борирование: толщина боридного слоя в предварительно облученных образцах больше, чем в необлученных; боридный слой имеет меньшие напряжения; образцы, предварительно обработанные электронным пучком, имеют боридный слой с меньшей текстурой (столбчатостью).

Показано, что на структурообразование слоев существенное влияние оказывает параметры электронно-лучевого нагрева (удельная мощность и время обработки).

Применение электронно-лучевого нагрева возможно на разных стадиях формирования слоя:

1. Использование электронно-лучевого нагрева непосредственно в процессе борирования;
2. Обработка электронным пучком боридного слоя, предварительно сформированного одним из методов традиционного борирования.

Электронно-лучевой нагрев приводит к тому, что в боридных слоях происходят сложные процессы, обусловленные комплексным воздействием электронного пучка на поверхность (повышение температуры и образование точечных дефектов). В результате такого воздействия изменяется соотношение фаз. Идет постепенное растворение боридных кристаллов в твердом растворе, что приводит к изменению их формы и размеров. В итоге, на поверхности формируются слои с особой структурной композицией. Доказательством того, что определяющую роль в этом процессе «играет» электронный пучок, служит тот факт, что печной нагрев боридных слоев не приводит к получению слоев с такой структурой. При нагреве и выдержке борированных слоев в печи при температуре $T=900-1200$ °С, наблюдается лишь постепенное уменьшение толщины боридной зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лахтин Ю.М., Коган Я.Д., Бурякин А.В.* Поверхностное насыщение стали бором при воздействии излучения лазера. – МиТОМ, 1985, №11.

2. *Лысенко А.Б., Козина Н.Н., Гуляева Р.Т.* и др. Структура и свойства сталей после борирования с использованием лазерного нагрева. – МиТОМ, 1991, №3.

3. *Тананко И.А., Левченко А.А., Гуйва Р.Т.* и др. Особенности формирования структуры поверхностного слоя при лазерном борировании. – Физика и химия обработки материалов, 1989, № 4.

4. *Лабунец В.Ф., Ворошнин Л.Г., Киндрачук М.В.* Износостойкие боридные покрытия. – Киев: Техника, 1989.

5. *Бирюков В.П.* Промышленное применение CO₂-лазеров для наплавки, упрочнения деталей и точного раскроя листовых материалов. – Тяжелое машиностроение, 2006, №4.

6. *Бирюков В.П., Крукович М.Г., Ильин С.Н., Клочков Н.П.* Лазерная обработка боридных слоев. – Ресурсосберегающие технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин: Материалы МНПК. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010.

УДК 621.833

Ф. Б. Огурцов, А. Б. Колобов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕЛ КАЧЕНИЯ С БЕГОВЫМИ ДОРОЖКАМИ В ПОДШИПНИКАХ НА БАЗЕ АНАЛИЗА ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ВИБРАЦИИ

Предложен метод оценки деформационного взаимодействия в подшипниках качения путем анализа высокочастотной вибрации, приведены результаты экспериментальных исследований и расчетов для подшипников серии 203.

Ключевые слова: подшипник качения, временной сигнал вибрации, диагностика, аппроксимация.

F. B. Ogurtsov, A. B. Kolobov

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF INTERACTION OF ROLLING CYLINDERS WITH RUNNING TRACKS IN BALL BEARINGS ON THE BASIS OF ANALYSIS OF HIGH-FREQUENCY VIBRATION

Abstract: A method for estimating deformation interaction in bearings is proposed by analyzing high-frequency vibration. The results of experimental studies and calculations for bearings of the series 203 are presented.

Keywords: rolling bearing, time vibration signal, diagnostics, approximation.

Одним из методов оценки состояния подшипников качения, основанных на анализе высокочастотной вибрации, является метод ударных импульсов [1]. В настоящее время для диагностики подшипников используются только общие параметры ударных импульсов (пиковые и средние значения). Однако достаточно сложный характер формы импульса потенциально позволяет получить дополнительную информацию о состоянии подшипника.

В настоящее время принята гипотеза, что физически источником импульсного воздействия является соударение тел качения о неровности беговых дорожек [1]. При этом геометрия микронеровностей неизбежно влияет на форму импульса, что позволяет поставить обратную задачу, с целью оценки состояния взаимодействующих поверхностей.

В данной работе исследуется возможность восстановления процесса силового взаимодействия между телами качения в подшипнике, используя в качестве входной информации дамп виброускорения. При этом вибрация измеряется на не вращающемся кольце подшипника или на корпусе подшипникового узла в узкой полосе частот, задаваемой с помощью полосового фильтра.

Исходным предположением является следующее. При деформации микронеровностей, в связи с их малыми размерами, происходит выделение энергии в виде коротких импульсов, причем процессы нагружения и разгрузки уравнивают друг друга только в среднем. В результате, процесс можно условно представить в виде последовательности импульсов положительной и отрицательной полярности, амплитуда которых в первом приближении пропорциональна размеру данной микронеровности. Такая последовательность при разложении в ряд Фурье имеет характер белого шума, поэтому качественно картина вибрационного процесса не должна изменяться при любой достаточно высокой центральной частоте полосового фильтра, что и наблюдается при проведении экспериментов. Таким образом, задача восстановления параметров входного воздействия на измерительный тракт по результатам его отклика может быть решена, в частности на базе интеграла Дюамеля. Очевидно, что учесть рассеивание энергии при распространении волны деформации от зоны контакта до датчика вибрации практически нереально, поэтому можно восстановить только некую безразмерную функцию, соответствующую исходному воздействию с точностью до усредненного постоянного множителя.

Экспериментальные исследования производились на лабораторном стенде. Внутреннее кольцо подшипника принудительно вращалось с помощью вспомогательного электродвигателя, на наружном кольце закреплялся датчик – пьезоакселерометр. Сигнал с выхода датчика поступал на промежуточный усилитель, затем на полосовой фильтр, и далее – на аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Сигнал с выхода АЦП сохранялся в виде файла данных на компьютере.

Испытывались шарикоподшипники серии 203 с различной степенью износа и состояния смазки. Типичный вид дампа сигнала виброускорения представлен на рис. 1.

Импульсная характеристика измерительного тракта, необходимая при использовании интеграла Дюамеля, была вычислена теоретически на основе представления комплексной частотной характеристики тракта полиномиальной моделью 9-го порядка. Коэффициенты модели находились по методу наименьших квадратов, а в качестве критерия использовался принцип максимального совпадения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) модели и экспериментальной АЧХ измерительного тракта. Результаты расчета представлены на рис. 2.

В дальнейших расчетах использовалась дискретизированная и усеченная интервалом времени в 1,5 мс модель импульсной характеристики $h(t_n)$.

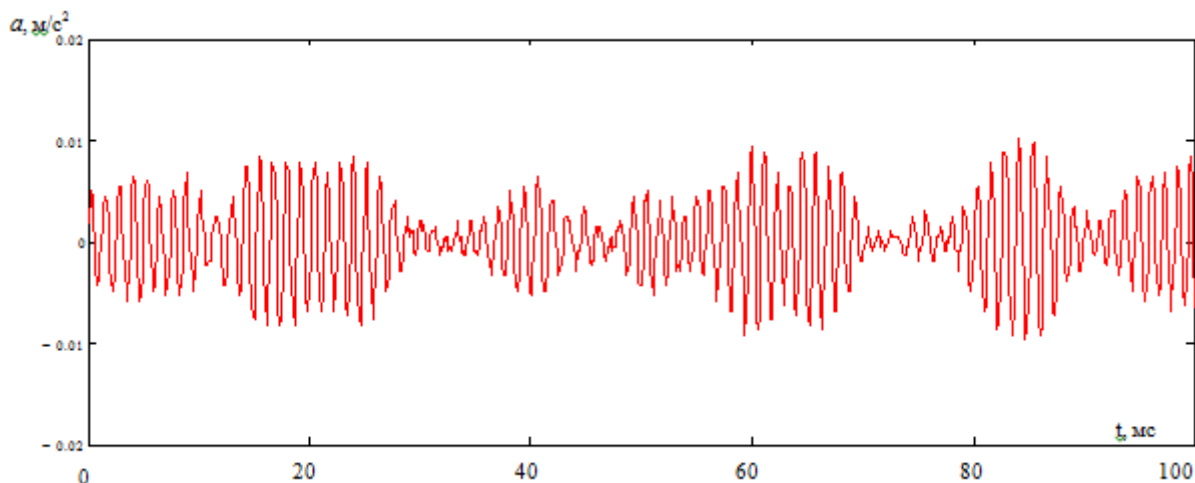


Рис. 1. Дамп анализируемого сигнала виброускорения

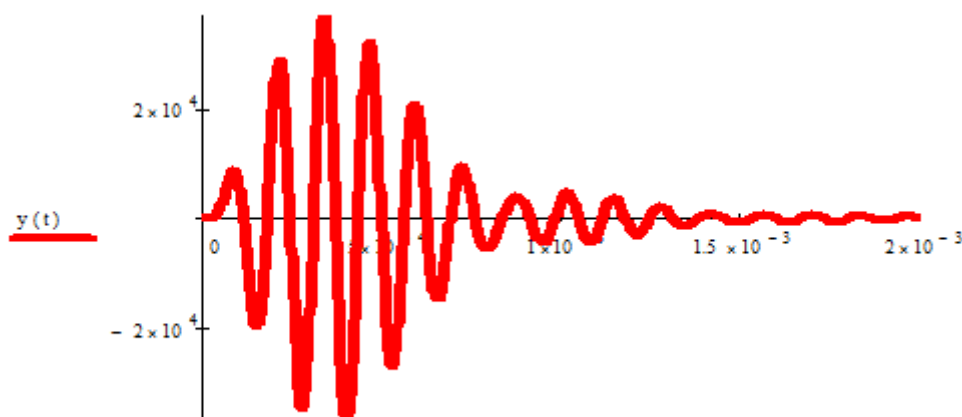


Рис. 2. Импульсная характеристика измерительного тракта

Далее задача восстановления входного сигнала решалась цифровыми методами. Входное воздействие представлялось в виде последовательности

δ -функций, взвешенных по закону $c(t)$ и следующих с периодом дискретизации Δt . При этом интеграл Дюамеля приобретает вид:

$$\hat{Y}(t_n) = \sum_{i=0}^n c(\tau_i) * h(t_n - \tau_i),$$

где c и h – значения взвешивающей функции входного сигнала и импульсной характеристики измерительного тракта в моменты времени $\Delta t * i$ и $\Delta t * (n - i)$ соответственно, а \hat{Y} – теоретическая оценка измеряемого выходного сигнала в моменты времени $\Delta t * n$.

Значения взвешивающей функции входного сигнала на интервале аппроксимации $\Delta t * N_a$ определяются методом наименьших квадратов. Целевая функция имеет вид

$$R = \sum_{n=0}^{N_a} (Y_n - \hat{Y}_n)^2 = \sum_{n=0}^{N_a} (Y_n - \sum_{i=0}^{N_a} c_i * h_{n-i})^2.$$

Экстремум целевой функции находится решением системы уравнений $\frac{dR}{dc_i} = 0$,

которая может быть представлена в матричной форме

$$[K] * \{c\} = \{Y\},$$

где

$$Y_m = \sum_{n=0}^{N_a} Y_n * h_{n-m}, \quad K_{m,i} = \sum_{n=0}^{N_a} (h_{n-m} * h_{n-i}).$$

Решением системы $c = Y * K^{-1}$ находятся коэффициенты взвешивающей функции входного сигнала. Результаты расчета для подшипника с различным состоянием смазки представлены на рис. 3 – 4.

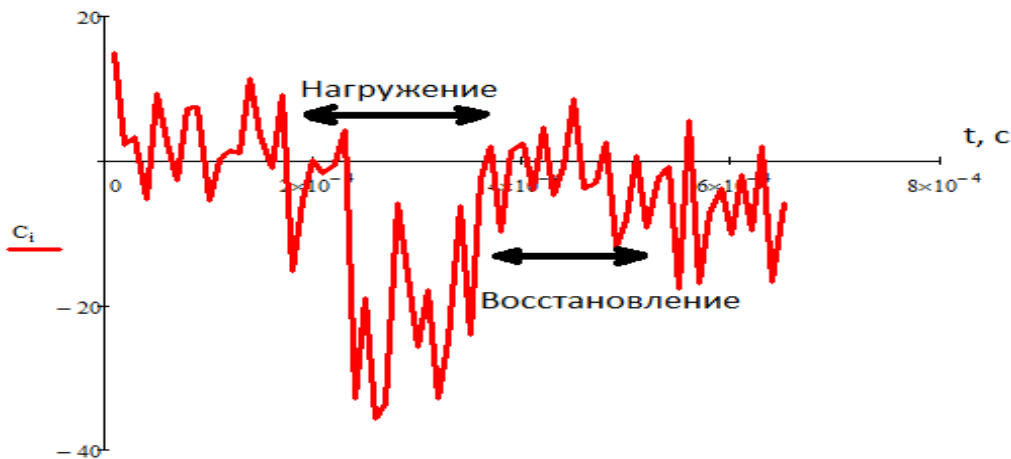


Рис. 3. Взвешивающая функция при отсутствии смазки подшипника



Рис. 4. Взвешивающая функция при хорошем состоянии смазки подшипника

Полученные результаты можно объяснить, если допустить, что появление ударного импульса происходит в момент проскальзывания тела качения по беговой дорожке. При этом в *фазе нагружения* происходит сжатие и прямой сдвиг микронеровностей (сжатие вызывается качением, сдвиг – проскальзыванием), а в *фазе восстановления* возникает растяжение и обратный сдвиг. При наличии смазки происходит сглаживание микронеровностей и процесс становится более длительным и плавным.

Таким образом, анализ формы ударного импульса по данной методике позволяет получить дополнительную информацию о состоянии смазки и относительной шероховатости беговых дорожек, т.е. позволяет оценить степень контактного износа, что может быть использовано для диагностики подшипника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барков, А.В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации / А.В.Барков, Н.А.Баркова, А.Ю.Азовцев. – СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2000. –159 с.

УДК 621.928

В. А. Огурцов*, **А. П. Алешина***, **Ал. В. Огурцов***, **Ан. В. Огурцов****

*ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

**ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет

КИНЕТИКА МНОГОФРАКЦИОННОГО ГРОХОЧЕНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Целью исследования является построение математической модели для расчета кривых разделения частиц проходовых фракций различного размера. Данная модель позволяет описывает формирование фракционный состав подрешетного продукта.

Ключевые слова: сыпучий материал, вибрационный грохот, эффективность грохочения.

V. A. Ogurtzov, A. P. Aleshina, Al. V. Ogurtzov, An.V. Ogurtzov

KINETICS OF MULTIFRACTION SCREENING OF BULK MATERIALS

The objective of the study is to build a mathematical model for calculation of the grade efficiency curve for undersize product of vibrating screening. The proposed model allows describing how the fraction size distribution in the undersize product is being formed.

Keywords: granular material, vibration screen, efficiency of screening.

При моделировании процесса грохочения, как правило, сыпучая среда представляется бинарной, то есть, состоящей из мелких частиц, которые образуют подситовой продукт, и крупных частиц, составляющих надситовой продукт. Процесс проникновения мелких (проходовых) частиц описывается исходя из условия, что все ча-

стицы имеют одинаковый размер. Просеивающая поверхность представляется «поглощающим экраном», то есть считается, что мелкая частица, попав на просеивающую поверхность, мгновенно проникает в подситовое пространство [1]. Данное предположение не соответствует действительности. Подситовой продукт включает частицы, размер которых приближается к размеру отверстия сита. Этим частицам понадобится большее время для их проникновения через просеивающую поверхность.

В данной работе рассматривается по отдельности выход частиц узких фракций, принадлежащих подрешетному продукту и строится кривая разделения грохота, как классификатора, связывающая степень извлечения ε с размером проходовой фракции δ . Подобные кривые разделения $\varepsilon(\delta)$ используются как характеристики работы воздушных классификаторов [2].

Материал на грохоте представим цепью из m ячеек. Будем рассматривать время процесс через последовательные малые промежутки времени Δt , где Δt – времена перехода частиц из одной ячейки в соседние. Время процесса рассчитываем как $t_k=(k-1)\Delta t$, где целое число $k=1,2,\dots$. Распределение частиц некоторой фракции по слою задается вектором состояния

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \dots \\ S_m \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Преобразование вектора состояния с течением времени определяется рекуррентным матричным равенством

$$\mathbf{S}^{k+1} = \mathbf{P}(\mathbf{S}^k + \mathbf{S}_s^k), \quad (2)$$

где \mathbf{S}_s^k – вектор источников-стоков, учитывающий приход и уход частиц из цепи, \mathbf{P} – матрица переходных вероятностей.

Матрица \mathbf{P} имеет вид

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} \mathbf{1} - v - d & d & 0 & \dots & 0 & 0 \\ v + d & \mathbf{1} - v - 2d & d & \dots & 0 & 0 \\ 0 & v + d & \mathbf{1} - v - 2d & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \mathbf{1} - v - 2d & d \\ 0 & 0 & 0 & \dots & v + d & \mathbf{1} - d \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где v – конвективная вероятность перехода, а d – диффузионная вероятность перехода.

Выход частиц из последней ячейки в подрешетный продукт описывается

$$\varepsilon(k+1) = S_m^{k+1} v_f, \quad (4)$$

где v_f – вероятность частицы размером δ , достигшей поверхности грохота, выйти в подрешетный продукт в течение времени перехода Δt . После этого состоянию S_m^{k+1} следует присвоить меньшее значение, равное

$$S_m^{k+1} := S_m^{k+1} - \varepsilon(k+1). \quad (5)$$

Величина v_f определяется как $v_f = \alpha p_f$, где α – коэффициент пропорциональности, зависящий от амплитуды и частоты колебаний грохота.

На рис. 1 приведены некоторые результаты расчетного исследования модели периодического процесса грохочения исходного материала, содержащего несколько проходовых фракций. Показаны кривые разделения при различных значениях времени грохочения. Размер отверстий сита составлял 5,4 мм. При времени грохочения, стремящемся к бесконечности, кривая разделения стремится к ступенчатой функции. Это означает, что все частицы меньше размера отверстий сита выйдут в подрешетный продукт.

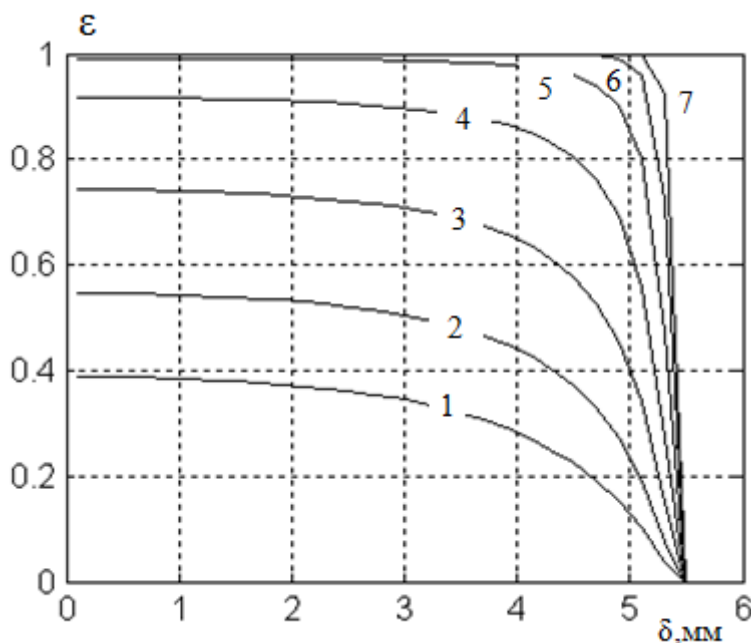


Рис. 1. Кривые разделения частиц проходовых фракций при различных времени грохочения: 1 – 10 с; 2 – 12 с; 3 – 15 с; 4 – 20 с; 5 – 22 с; 6 – 25 с; 7 – 30 с

На рис. 2 показаны общие кинетики извлечения подситового продукта из сыпучей смеси при различных размерах диаметра отверстий сита. Пусть ставится задача рассева сыпучего материала на две фракции: больше 5 мм и меньше 5 мм. Кривая 1 соответствует кинетике грохочения на сите с размером отверстия 5 мм. Подситовой продукт не загрязнен частицами размером больше 5 мм. Кривая 2 показывает кинетику извлечения этой же фракции при размере отверстия сита 5,4 мм. Эта фракция извлекается быстрее, но в подрешетном продукте появляется загрязняющая фракция +5 – 5,4 мм (кривая 3).

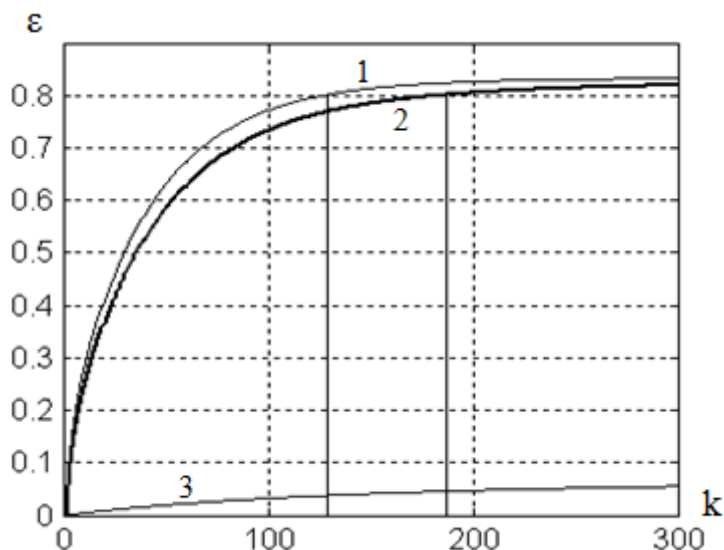


Рис. 2. Кинетики извлечения фракции: 1 – размер отверстия сита 5мм; 2 – 5,4мм; 3 – кинетика загрязняющей фракции в подрешетном продукте +5 – 5,4 мм

Рассмотрим процесс грохочения, обеспечивающий извлечение частиц фракции +0 – 5 мм не менее 80%. При размере отверстия сита 5,4мм данное извлечение достигается при времени грохочения, соответствующем $k = 130$. При размере отверстия сита 5 мм такое же извлечение достигается при $k = 180$. Таким образом, время грохочения на сите с размером ячейки 5,4 мм в 1,4 раза быстрее, чем при отверстии 5мм.

Если 5 % загрязнение подситового продукта крупными частицами допустимо, производительность грохота можно увеличить в 1,4 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вайсберг, Л.А.* Просеивающие поверхности грохотов. Конструкции, материалы, опыт применения / Л.А. Вайсберг, А.Н. Картавый, А.Н. Коровников / под ред. Л.А. Вайсберга. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2005. – 252 с.

2. *Мизонов, В.Е.* Процессы сепарации частиц в виброоживленном слое: моделирование, оптимизация, расчет / В.Е. Мизонов, В.А. Огурцов, С.В. Федосов, А.В. Огурцов. – Иваново: ИГЭУ, ИГАСУ, 2010. – 192 с.

УДК 621.891.22

Ю. П. Осадчий, И. Н. Пахотина, Н. Е. Пахотин

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МАШИН

В процессе эксплуатации в масле накапливаются продукты окисления, механические и асфальто-смолистые примеси. Это приводит к ухудшению эксплуатационных качеств сма-

зочных материалов. Предложен метод по определению массовой концентрации примесей в моторном масле непосредственно на месте отбора проб с использованием фотоколориметра.

Ключевые слова: смазочные масла, асфальто-смолистые примеси, экспресс-метод, фотоколориметр.

Yu. P. Osadchy, I. N. Photina, N. E. Pahotin

METHODS OF INCREASE OF RELIABILITY OF MACHINES

During operation, oxidation products, mechanical and asphalt-resinous impurities accumulate in the oil. This leads to a deterioration in the performance of lubricants. A method for determining the mass concentration of impurities in motor oil directly at the sampling site using a photocolorimeter is proposed.

Keywords: lubricating oils, asphalt-resinous admixtures, Express method, photocolorimeter.

Смазочные материалы являются одним из важнейших элементов, качество которых определяет износостойкость любого современного механизма. Смазочный материал должен соответствовать техническим условиям. Любые отклонения в типе или качестве смазочного материала приводят к ужесточению условий трения и повышению интенсивности изнашивания. Отказы и преждевременный износ узлов трения связаны с неправильным назначением и использованием смазочных материалов.

Нормальная работа двигателя возможна только при условии качественной смазки трущихся узлов и деталей. При работе машины моторные масла соприкасаются с металлами, подвергаются действию температуры, давления, воздуха и минеральных примесей. Под влиянием этих факторов с течением времени происходит изменение свойств масла – разложение, окисление, разжижение и полимеризация. Поэтому моторные масла необходимо через определенный период эксплуатации заменять на свежие [1].

Работоспособность моторного масла оценивают по показателям качества, таким как вязкость, загрязненность нерастворимыми продуктами, асфальто-смолистыми примесями, металлическими включениями, наличие воды. Рассмотрим состояние качества работающих моторных масел в период эксплуатации. В процессе эксплуатации в масле накапливаются продукты окисления, шламы, нагары, механические, минеральные и асфальто-смолистые примеси. В процессе окисления изменяются физико-химические свойства масла, что приводит к ухудшению его эксплуатационных качеств. Наличие воды и механических примесей ухудшает смазывающие свойства масел и ускоряет износ ДВС.

Для обеспечения требуемой надежности машин, в том числе и пожарных, необходимо разработать методику применения простых, портативных средств контроля состояния масел. Контроль состояния свежих и работающих масел осуществляется с помощью аналитических и экспресс-методов. Для применения аналитических методов необходимы доступные средства распознавания состояния агрегатов машин по параметрам работающего масла.

Повышение надежности механизмов и рациональное использование смазочных материалов зависят от ряда причин, среди которых большое значение приобретает качество используемых масел. А улучшение технико-экономических показателей двигателей внутреннего сгорания пожарных машин является залогом их надежности [2].

Недостатком методик по определению концентрации примесей в масле по ГОСТу 6370-83 является значительная продолжительность процесса. Для мобильного определения концентрации примесей в отработанном моторном масле разработана ускоренная методика, основанная на теории светорассеяния частицами примесей в масляном растворе. Для проведения эксперимента был использован прибор фотоколориметр «Экотест-2020». Принцип действия фотоколориметра основан на сравнении скорректированного каналом сравнения светового потока, прошедшего через фоновый раствор, и светового потока, прошедшего через исследуемый раствор. В отработанном моторном масле определяли концентрацию асфальто-смолистых загрязнений. Асфальто-смолистые загрязнения придают отработанному маслу черный непрозрачный оттенок с классом цветности по ГОСТу 20284-74 более 8 ед. ЦНТ. Исследовалось синтетическое моторное масло марки Castrol Magnetic 5W-30 A5, которое предназначено для бензиновых и дизельных двигателей автомобилей [3].

Предложена методика по определению массовой концентрации примесей в моторном масле непосредственно на месте отбора проб или в лабораторных условиях колориметрическим методом с использованием фотоколориметра «Экотест-2020». Были проведены экспериментальные исследования по определению зависимости оптической плотности отработанного моторного масла Castrol Magnetic 5W-30 A5 от концентрации загрязнителя. Получена линейная зависимость оптической плотности масла от количества примесей.

По результатам исследования предлагается осуществлять замену моторных масел по данным экспресс - контроля качества масел, а именно по степени концентрации механических примесей. Современные приборы для определения концентрации примесей имеют сложную конструкцию, большие габариты и длительное время измерения. Экспресс-оценку можно реализовать на портативном средстве.

Без применения современных методов контроля состояния масел невозможно обеспечить высокую износостойкость узлов трения. Аварийные ситуации сокращаются в несколько раз, так как преждевременный износ узлов трения обусловлен применением неработоспособных масел, а мониторинг позволяет предотвратить применение таких масел.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пахотина И.Н., Осадчий Ю.П., Пахотин Н.Е.* Роль смазочных материалов в обеспечении надежности машин: Международная научно-техническая конференция «Информационная среда вуза», Ивановский государственный политехнический университет, Иваново, 2016. - С. 244-247.
2. *Пахотина И.Н., Осадчий Ю.П., Пахотин Н.Е.* Надежность и экологичность очистки отработанных моторных масел ультрафильтрацией. Надежность и долговечность машин и механизмов: Сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2015. - С. 198-200.
3. *Осадчий Ю.П., Маркелов А.В., Гришута А.С., Пахотин Н.Е.* Методика анализа моторного масла с помощью фотоколориметра: Международная научно-техническая конференция «Информационная среда вуза», Ивановский государственный политехнический университет, Иваново, 2013. - С.441-444.

УДК 62-396

*Д. А. Пирогов**, *Л. Б. Маслов***, *Р. В. Шляпугин**

*ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

**ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИВОДА ЗАПОРНОГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В настоящей работе обсуждаются методика и результаты аналитического исследования пневмогидравлического привода запорного механизма. Целью проведения расчетов является определение развиваемого приводом крутящего момента в зависимости от действующих активных сил, требуемого угла поворота, параметров сил трения.

Ключевые слова: запорный механизм, кинетостатический анализ, сила трения.

D. A. Pirogov, L. B. Maslov, R. V. Shlyapugin

ANALYTICAL RESEARCH OF THE DRIVE OF THE LOCKING MECHANISM FOR THE OIL AND GAS INDUSTRY

In this paper, the methodology and results of an analytical study of the pneumohydraulic drive of the locking mechanism are discussed. The purpose of the calculations is to determine the torque developed by the drive, depending on the active forces acting, the required angle of rotation, and the frictional force parameters.

Keywords: locking mechanism, kinetostatic analysis, frictional force.

При проектировании технологического оборудования основной проблемой является то, что узлы трения машины при больших силовых воздействиях быстро изнашиваются и разрушаются. В этих условиях одним из путей решения проблем повышения надежности и долговечности оборудования является комплексное исследование работы механизмов и рациональное их проектирование с учетом возникающих сил сопротивления.

В работах [1, 2, 3] указывается на необходимость учета трения при кинетостатическом исследовании различных стержневых механизмов. Присутствие сил трения может качественно изменять силовые характеристики системы, что показано в [2]. В настоящей работе обсуждаются методика и результаты аналитического исследования пневмогидравлического привода запорного механизма марки DAPS-22.000 производственная компания «ФЕСТО-РФ», для конкретных технологических условий эксплуатации. Решается задача определения развиваемого приводом крутящего момента в зависимости от действующих активных сил и требуемого угла поворота.

Для решения поставленной задачи рассмотрим трехмерную модель привода, выполненную в соответствие со сборочным чертежом и а также другой проектной документацией (рис. 1) и расчетную схему (рис.2).

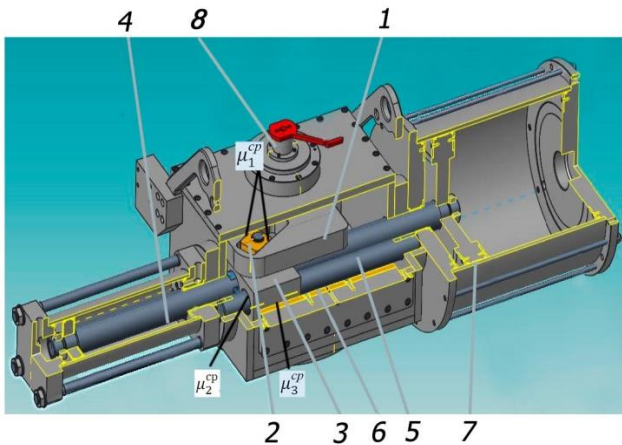


Рис. 1. Трехмерная модель привода:

1 - направляющая кулисы; 2 - ползун; 3 - блок направляющей; 4 - поршневой шток; 5 - цилиндрическая направляющая; 6 - плоская направляющая; 7 - поршень пневмоцилиндра; 8 - вал запорного механизма

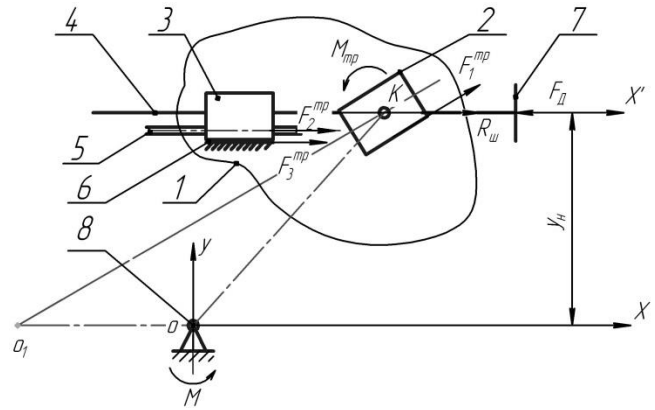


Рис. 2. Расчетная схема привода:

1 - направляющая кулисы; 2 - ползун; 3 - блок направляющих; 4 - поршневой шток; 5 - цилиндрическая направляющая; 6 - плоская направляющая; 7 - поршень пневмоцилиндра; 8 - вал запорного механизма

Воздействуя на поршень 7 пневмоцилиндра, воздух приводит в движение поршневой шток 4 с закрепленным на нем блоком направляющей 3, который осуществляет движение относительно цилиндрической и плоской направляющих 5 и 6. На блоке направляющей 3 посредством пальца установлен ползун 2, совершающий движение в пазе кулисы 1. Во время поступательного перемещения штока 4, ползун, взаимодействуя с пазом кулисы, приводит ее во вращение относительно вертикальной оси вала запорного механизма 8, соединенного с ней.

Рассмотрим задачу в квазистатической постановке: не будем учитывать массы звеньев и их моменты инерции. Запишем уравнение (1) равновесия сил, приложенных к механизму:

$$\sum F = 0, \quad F_D + R_{ш} + F_1^{mp} + F_2^{mp} + F_3^{mp} = 0, \quad (1)$$

где F_D – сила, от действующего на шток давления в пневмоцилиндре; $R_{ш}$ – реакция в шарнире кулисы; F_1^{mp} – сила трения в паре «ползун-кулиса»; F_2^{mp} – сила трения в паре «шток – цилиндрическая направляющая»; F_3^{mp} – сила трения в паре «шток – плоская направляющая».

Из уравнения (1) определяется неизвестная реакция в шарнире кулисы $R_{ш}$ итерационным методом, описанным в [13], суть которого заключается в следующем: на первом шаге уравнение (1) решается без учета сил трения относительно $R_{ш}$, затем определяются $F_1^{тр}$, $F_2^{тр}$ и $F_3^{тр}$ и на следующем шаге $R_{ш}$ определяется с их учетом. Уточнение продолжается до тех пор пока силы $F_1^{тр}$, $F_2^{тр}$ и $F_3^{тр}$ перестанут оказывать существенное влияние на реакцию в шарнире $R_{ш}$.

Крутящий момент на валу M , создаваемый действующими силами определим рассмотрев второе условие равновесия механизма, в виде суммы моментов всех сил относительно оси O (2):

$$\sum M_o(F_k) = 0, \quad M + M_{mp} + M(R_{ш}) + M(F_3^{mp}) = 0, \quad (2)$$

где $M(R_{ш})$ – момент силы реакции в шарнире K ; $M(F_1^{TP})$ – момент силы создаваемый силой трения в поступательной паре шарнира K ; $M_{тр}$ – момент трения в вращательной паре шарнира K .

В интервале движения привода от 35° до 85° когда ползун контактирует с кулисой в нижней точке нормальная сила максимальна и контакт происходит по двум поверхностям одновременно. Это связано с податливостью элементов этой контактной пары, взаимодействие которых описать аналитически достаточно сложно. Момент, создаваемый приводом в период времени, приближенно, можно определить по (3)

$$M = R_{ш}y_n \left(2\mu_1^{cp} - \frac{r_{ш}\mu_3^{cp}}{y_n} + 1 \right), \quad (3)$$

где y_n – координата (высота) оси штока цилиндра; $r_{ш}$ – радиус сечения шарнира; μ_1^{cp} – усредненный коэффициент трения в паре «ползун-кулиса»; μ_3^{cp} – усредненный коэффициент трения в шарнире ползуна.

Рассматривая уравнения (1), (2), (3) произведен расчет крутящего момента привода, при следующих исходных данных: $F_d = 75.4$ кН; коэффициенты трения: Сталь - сталь $\mu_1^{cp} = 0.11$, Сталь - бронза $\mu_2^{cp} = 0.13$, Сталь - латунь: $\mu_3^{cp} = 0.16$; $y_n = 0.143$ м; $r_{ш} = 0.015$ м.

На рис. 3 представлены результаты расчета аналитическим методом – зависимость крутящего момента развиваемого приводом в зависимости от угла поворота вала кулисы.

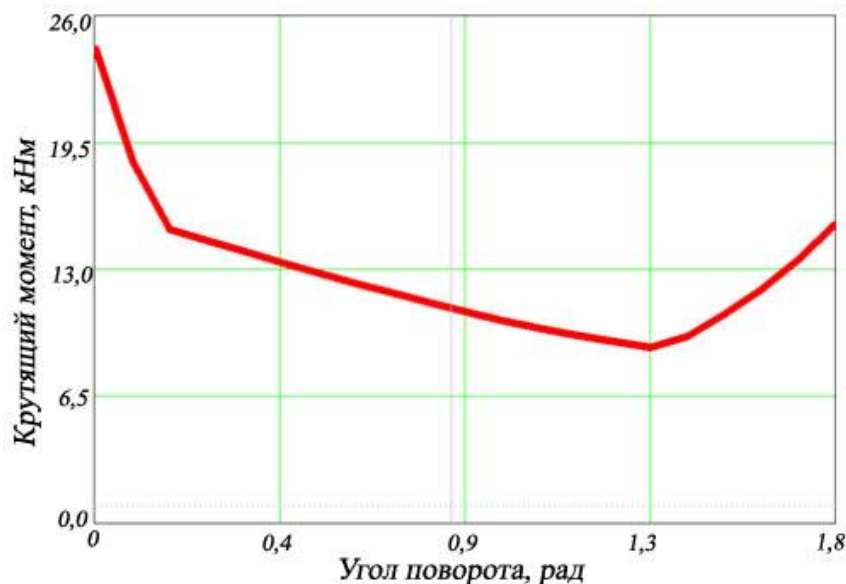


Рис. 3. Зависимость крутящего момента развиваемого приводом в зависимости от угла поворота вала кулисы

В результате расчетов определен крутящий момент развиваемый приводом в зависимости от угла поворота вала кулисы. Момент, развиваемый приводом, лежит в пределах 9,3 – 24,2 кНм и возможен при увеличении давления в цилиндре до 0,6 МПа. Значения в крайних точках несколько завышены, так как модель учитывают усредненную силу трения. Характер крутящего момента в начале движения имеет более «крутую» зависимость. Это связано с тем, что центр вращения кулисы не совпадает с направляющей движения камня в ней. Вследствие этого время контакта камня и кулисы на этом участке несколько больше. В данной постановке задачи момент главным образом зависит от текущей длины кулисы и угла давления между осью штока и вектором нормальной силы. Геометрия кулисы такова, что в начале основного движения и на протяжении большей его части угол давления не принимает критических значений, чем вероятно достигается плавность хода запорного механизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Максимова, Е. Н.* Полное кинестатическое исследование механизма с перекачиваемым рычагом [текст] / Е. Н. Максимова, Л. Т. Дворников // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2016. – № 1. – С. 136–140.
2. *Пирогов, Д.А.* Исследование динамических характеристик зевобразовательного механизма металлорежущего станка с учетом диссипативных сил [текст]/ Д.А. Пирогов, Р.В. Шляпугин, С.В. Селезнев //Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. - 670 с. - ISBN 978-5-7807-1206-0 (с. 330-333) <https://elibrary.ru/item.asp?id=29796792>
3. *Евграфов, А.Н.* Самоторможение рычажных механизмов/ А.Н. Евграфов, Г.Н. Петров //Современное машиностроение: Наука и образование: материалы 6-й Международной научно-практической конференции. / Под ред. А.Н. Евграфова и А.А. Поповича.– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. № 6. С. 815_825.

УДК 621.3

В. А. Полетаев, А. Р. Дашевский

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ ИМПУЛЬСНОЙ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Одним из прогрессивных методов упрочнения деталей является магнитная обработка. Магнитную обработку используют в машиностроении для обработки лезвийного режущего инструмента и динамически нагруженных деталей машин для увеличения их стойкости и надежности работы. Приведены фотографии структуры (текстуры) стали 65 до и после обработки импульсным магнитным полем

Ключевые слова: структура металла, соленоид, импульсная магнитная обработка, поверхностный слой.

V. A. Poletaev, A. R. Dashevsky

DETERMINATION OF FIRE-FIGHTING ITEMS BY PULSE MAGNETIC PROCESSING

One of the progressive methods of hardening of parts is magnetic processing. Magnetic processing is used in machine building to process blade cutting tools and dynamically loaded machine parts to increase their durability and reliability. Photos of the structure (texture) of steel 65 before and after processing by a pulsed magnetic field are given.

Keywords: metal structure, solenoid, pulse magnetic treatment, surface layer.

Одним из прогрессивных методов упрочнения деталей является магнитная обработка. Магнитную обработку используют в машиностроении для обработки лезвийного режущего инструмента и динамически нагруженных деталей машин для увеличения их стойкости и надежности работы.

При обработке магнитным полем заготовка 2 (рис. 1) помещается внутрь соленоида 1, к которому подключается генератор импульсов [1]. Напряженность магнитного поля, длительность импульсов и количество импульсов зависят от конкретной обрабатываемой детали материала; конфигурации; габаритов; термообработки.

Известно, что кристалл (зерно) размерами $10^{-2} - 10^{-3}$ см состоит из субкристаллов (субзерен), средний размер которых $1 \times 10^{-3} \div 1 \times 10^{-4}$ см.

Субзерна состоят из блоков с размерами $\times 10^{-4} \times 10^{-5}$ см. Согласно теории магнетизма кристаллы разделяются на замкнутые области - домены, каждая из которых имеет определенный магнитный момент. В целом кристалл не намагничен, так как магнитные моменты доменов ориентированы в пространстве равновероятно. Средний размер доменов находится в пределах $10^{-2} \div 10^{-7}$ см. Структурные изменения, происходящие в металлах под влиянием магнитного поля, можно объяснить с помощью доменной теории ферромагнетиков.

Согласно этой теории кристаллы в поликристаллическом теле разделяются на замкнутые области (домены), каждая из которых имеет определенный магнитный момент.

В целом кристалл не намагничен, так как магнитные моменты доменов ориентированы в пространстве равновероятно. Средний размер доменов находится в пределах $10^{-2} \dots 10^{-7}$ см. Если частица металла имеет размеры примерно 10^{-7} см, то такие частицы считаются однодоменными. При образовании доменной структуры под действием магнитного поля между соседними доменами возникают граничные слои (стенки), внутри которых происходит плавный поворот векторов намагниченности под действием магнитного поля. Толщина таких стенок $10^{-3} \dots 10^{-5}$ см. Размеры доменов и стенок зависят от неметаллических включений, границ зерен, скоплений дислокаций.

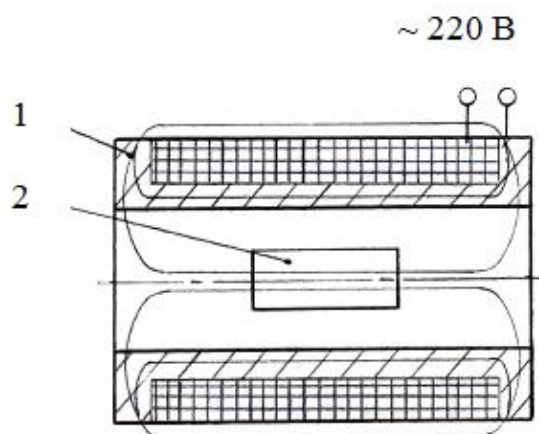


Рис. 1. Обработка импульсным магнитным полем: 1 – соленоид; 2 – заготовка

При расположении металлического образца в магнитном поле под действием энергии кристаллографической магнитной анизотропии происходит увеличение объема тех доменов, вектор намагниченности которых образует наименьший угол с направлением магнитного поля. Это увеличение происходит за счет уменьшения объема неблагоприятно расположенных доменов (явление анизотропии). Одновременно с ростом доменов под действием энергии магнитоэластической деформации происходит процесс вращения (поворота) доменов вокруг оси намагничивания. Магнитоэластичность, возникающая под действием магнитного поля деформирует кристаллическую решетку, при этом мало меняется объем намагничиваемого образца, но сильно меняются его линейные размеры.

На рис. 2. представлена схема процесса образования доменной структуры ферромагнитного материала под действием магнитного поля согласно теории кривой намагничивания [2].

В прямоугольниках показаны направления намагничивания доменов при различных значениях намагничивающего поля. Исходное состояние (рис. 2, а) соответствует размагниченному состоянию образца, при котором магнитные моменты доменов расположены в направлении осей легкого намагничивания (по ребрам куба). При размещении образца в магнитном поле напряженностью $H_0 < H_{max}$ происходит некоторое увеличение объема доменов, векторы напряженности которых образуют наименьший угол с направлением внешнего поля H_0 за счет антипараллельно намагниченных доменов. Но процесс в данном случае является обратимым, так как после удаления внешнего поля домены возвращаются в исходное состояние (рис. 2., б).

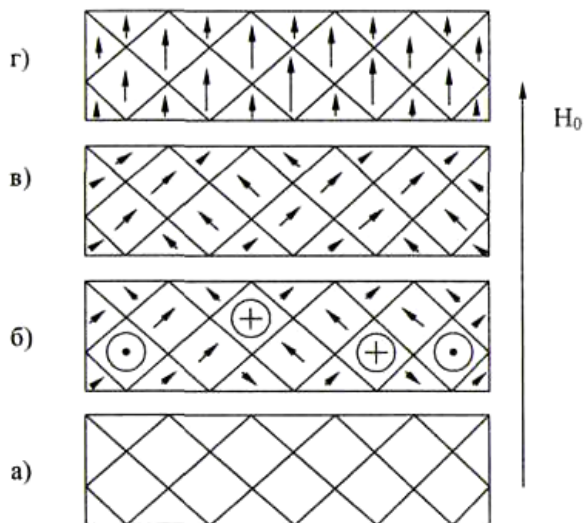


Рис. 2. Схема образования доменной структуры ферромагнетика: а – исходное состояние до приложения внешнего магнитного поля; б – исходное состояние после приложения внешнего магнитного поля; в – необратимое смещение и поворот векторов намагниченности; г – полный поворот всех векторов намагниченности в направлении внешнего магнитного поля

При $H_{max} > H_0$ под действием направленного магнитного поля происходит необратимое смещение границ доменов и поворот векторов намагниченности всех доменов в направлении осей легкого намагничивания (рис. 2, в), а при увеличении времени нахождения в магнитном поле – постепенный поворот векторов из легкого в более трудное, параллельное полю H_0 (рис. 2, г). После устранения намагничивающего поля векторы намагниченности доменов стремятся возвратиться в ближайшее направление легкого намагничивания (в).

Как известно, чем мельче зерно (выше дисперсность), тем выше твердость, а значит больше износостойкость. Согласно магнитной теории домены в процессе импульсной магнитной обработки растут. Размер зерен необработанного образца колеблется в пределах от $0,8$ до $2,5 \cdot 10^{-7}$ см. Это значит, что размер и количество доменов, которые могут образоваться внутри таких зерен, различны. Кроме того, границы образовавшихся доменов зависят от величины напряженности магнитного поля: чем выше напряженность, тем меньше размер образовавшегося домена. Поэтому для упрочнения металла импульсной магнитной обработкой очень важен именно момент образования доменной структуры [3].

На рис. 3. показаны фотографии структуры (текстуры) стали 65 до и после обработки импульсным магнитным полем. Исходная структура – зернистый перлит; термическая обработка – закалка в масле.

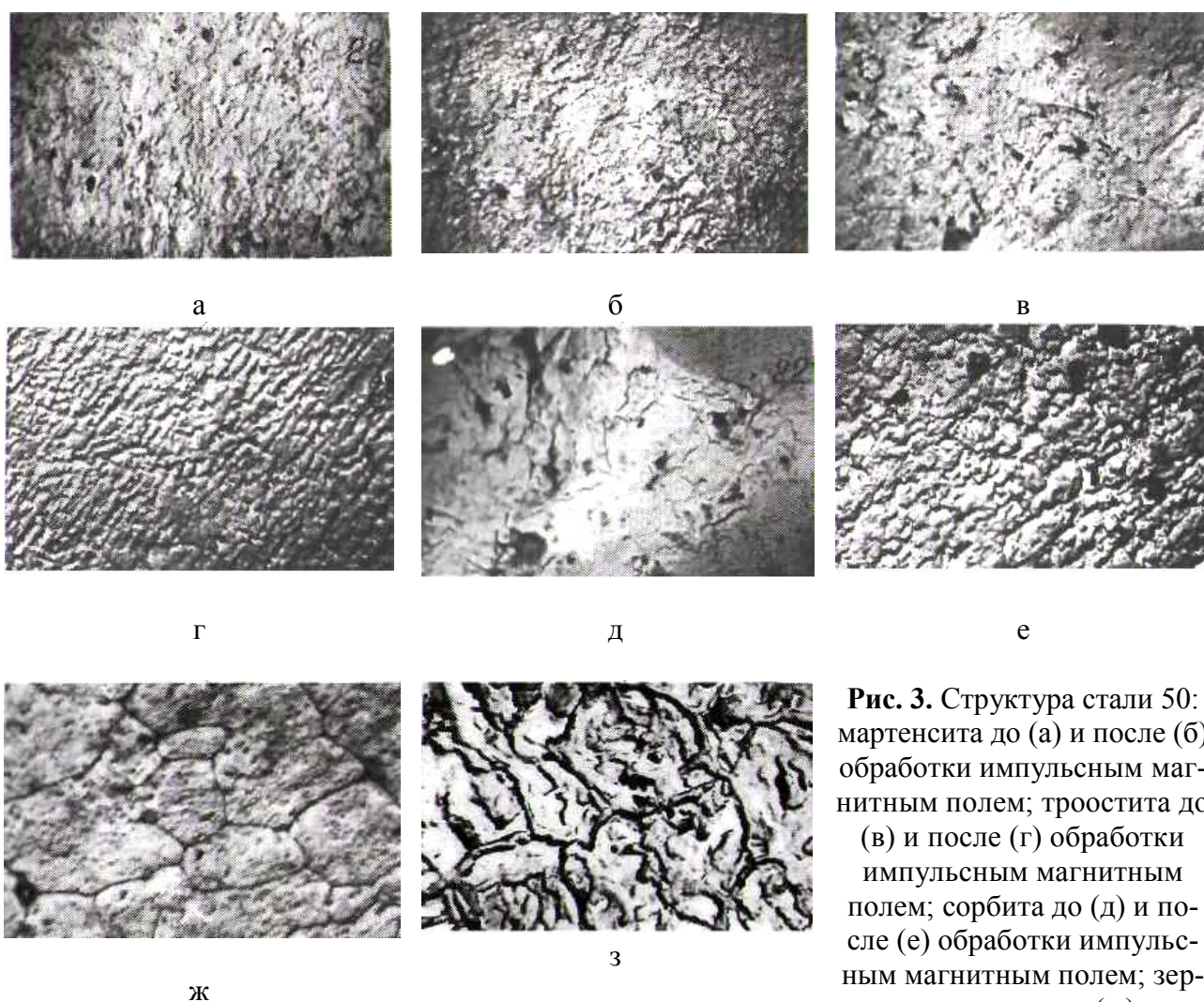


Рис. 3. Структура стали 50: мартенсита до (а) и после (б) обработки импульсным магнитным полем; троостита до (в) и после (г) обработки импульсным магнитным полем; сорбита до (д) и после (е) обработки импульсным магнитным полем; зернистого перлита до (ж) и после (з) обработки импульсным магнитным полем (ув. $\times 20000$)

Анализ фотографий показывает, что после обработки импульсным магнитным полем структура стали изменяется. Причем, это изменение существенно зависит от исходной структуры. В мартенсите, троостите и сорбите дислокации в основном рас-

пределяются равномерно вдоль направления внешнего магнитного поля, а в зернистом перлите – на границах субзерен и зерен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Полетаев, В.А., Марков М.Г., Красильникъянц Е.В., Орлов А.С.* Импульсная магнитная установка для упрочнения режущих инструментов./ В.А. Полетаев, М.Г. Марков, Е.В. Красильникъянц, А.С. Орлов // Вестник ИГЭУ, Вып.4 / Иван. гос. энерг. ун-т – Иваново, 2011. С.35-39

2. *Полетаев В.А., Басыров И.З., Орлов А.А., Севрюгин Д.П.* О природе разрушения поверхности металла упрочненного импульсной магнитной обработкой / В.А. Полетаев, И.З. Басыров, А.А. Орлов, Д.П. Севрюгин // Современная электротехнология в машиностроении: сб. трудов Междунар. научно-техн. конф. – Тула: ТуГУ, 2002. – С. 411– 416.

3. *Полетаев, В.А., Басыров И.З.* Механизм разрушения металла упрочненного импульсной магнитной обработкой./ В.А. Полетаев, И.З. Басыров // Физика, химия механика трибосистем: межвузов, сб. научн. трудов. – Иваново: ИвГУ, 2002. – С. 17–22.

УДК 519.718

С. Г. Реснянский

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ И УЗЛОВ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ КАК ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ

В данной статье представлены возможные методы повышения надежности пожарной техники на основе резервирования узлов и элементов пожарно-технических средств, систем и пожарного автотранспорта.

Ключевые слова: надежность, резервирование, элементы, узлы, повышение, техника.

S. G. Resnyansky

REDUNDANCY OF ELEMENTS AND UNITS OF FIRE EQUIPMENT AS A WAY TO INCREASE ITS RELIABILITY AND DURABILITY

This article presents possible methods to improve the reliability of fire equipment on the basis of reserving units and elements of fire-fighting equipment, systems and fire vehicles.

Keywords: reliability, redundancy, elements, components, increase, technology.

От технического состояния пожарной техники пожарно-технических систем, умения личного состава правильно эксплуатировать весь комплекс находящегося в его распоряжении оборудования и снаряжения, а также пожарных автомобилей в целом зависят боевая готовность и оперативные возможности пожарной охраны. Для обеспечения боевой готовности и длительного срока службы пожарной техники необходимо повышение её надежности.

Технически грамотная эксплуатация пожарной техники всегда должна быть направлена на поддержание её надёжности, повышение долговечности и обеспечение постоянной боевой готовности. Одним из путей, обеспечивающих повышение надёжности пожарной техники, является резервирование ее элементов и узлов.

Резервирование-метод повышения надёжности объекта введением дополнительных элементов и функциональных возможностей сверх минимально необходимых для нормального выполнения объектом заданных функций. В этом случае отказ наступает только после отказа основного элемента и всех резервных элементов.

Сущность резервирования заключается в том, что к элементу (блоку, системе) присоединяются один или несколько запасных (резервных) элементов (блоков, систем), которые по мере возникновения отказов подключаются на место основного и выполняют его функцию.

Систему можно представить из ряда ступеней, выполняющих отдельные функции. Задача резервирования состоит в нахождении такого числа резервных образцов оборудования на каждой ступени, которое будет обеспечивать заданный уровень надёжности системы при наименьшей стоимости.

Выбор наилучшего варианта зависит главным образом от того увеличения надёжности, которое можно достичь при заданных расходах.

Элементы в системе подразделяются:

Основной – элемент основной физической структуры объекта, минимально необходимой для нормального выполнения объектом его задач;

Резервный – элемент, предназначенный для обеспечения работоспособности объекта в случае отказа основного элемента.

На основе проведенного анализа методов резервирования можно определить наиболее подходящий, для повышения надёжности пожарной техники:

Структурное (элементное) резервирование-метод повышения надёжности объекта, предусматривающий использование избыточных элементов, входящих в физическую структуру объекта. Обеспечивается подключением к основной аппаратуре резервной таким образом, чтобы при отказе основных элементов резервная продолжала выполнять ее функции [1].

Структурное резервирование различается по ряду признаков:

– резерв включен постоянно или резервный элемент включается по мере необходимости (резервирование замещением, ненагруженный резерв);

– индивидуальное или групповое резервирование;

– переход на резервный элемент происходит мгновенно или требуется конечное время на переключение;

– система контроля работоспособности и управления резервом абсолютно надежна или имеет конечную надёжность и т.д.

Многообразие видов резервирования привело к созданию десятков различных моделей, учитывающих конкретную специфику систем.

При структурном резервировании следует различать следующие понятия:

основной элемент-это элемент структуры машины, минимально необходимый для выполнения заданных функций;

резервный элемент-это элемент, предназначенный для обеспечения работоспособности машины в случае отказа основного элемента;

кратность резерва-отношение числа резервных элементов к числу резервируемых или основных элементов объекта, выраженное несокращенной дробью.

Различают однократное резервирование (дублирование), кратность которого равна единице, и многократное, кратность которого больше единицы.

По характеру восстанавливаемости резерва различают:

Резервирование с восстановлением - при котором работоспособности любого основного и резервного элементов в случае возникновения их отказов подлежат восстановлению.

Резервирование без восстановления - когда любой основной или резервный элемент восстановлению не подлежит.

Применение резервирования обычно связано с увеличением веса, объема, стоимости изготовления и эксплуатации объекта. Часто один из этих факторов является лимитирующим. Поэтому возникает необходимость подобрать оптимальный способ резервирования, наилучшим образом отвечающий поставленной задаче.

Под оптимальным резервированием понимают резервирование, обеспечивающее получение наибольшего эффекта повышения надежности с наименьшими затратами. Выбор критерия оптимальности зависит от конкретных условий, т.е. учета конкретных доминирующих факторов.

На основе проведенных исследований наиболее оптимальным является метод параллельного резервирования. В данном методе присоединение резервных элементов к основным производится параллельно.

Параллельной называется система, которая сохраняет свою работоспособность до тех пор, пока работоспособен хотя бы один ее элемент. Предполагается, что все элементы находятся во включенном состоянии с самого начала.

В инженерной практике такой резерв называют нагруженным или горячим.

В каждый момент времени функции системы выполняются основным элементом, а в случае его отказа происходит мгновенное переключение на любой из исправных к данному моменту резервных элементов.

Параллельной называется система, которая сохраняет свою работоспособность до тех пор, пока работоспособен хотя бы один ее элемент. Предполагается, что все элементы находятся во включенном состоянии с самого начала [2].

В зависимости от того, в каком состоянии находятся резервные элементы или устройства техники до момента их включения в работу, различают три вида резерва.

1. Нагруженный резерв. Резервные элементы находятся в том же режиме, что и основной элемент, их надежность не зависит от того, в какой момент они включились на место основного.

Например: дополнительные ведущие оси у пожарного автомобиля, когда они постоянно в работе, спаренные задние колеса автомобиля и др.

2. Ненагруженный резерв. Резервные элементы находятся в выключенном состоянии и до момента их включения находятся в исправном состоянии.

Пример: аварийные насосы, аварийные трансформаторы, компрессоры и т.д.

3. Облегченный резерв. Резервные элементы находятся в облегченном режиме до момента их включения на место основного. Во время ожидания они могут отказывать, но с меньшей вероятностью, чем основные элементы.

Примеры: дублирующие органы управления в машинах и т.д.; дополнительные рессоры (подрессорники) у автотранспорта и т.д.

Облегченный резерв является наиболее общим видом резервирования, а нагруженный и ненагруженный резерв его крайними случаями [3].

Таким образом, вышеперечисленные методы резервирования целесообразно применить для повышения надежности пожарно-технических средств, систем и пожарного автотранспорта. Резервирование их элементов и узлов, наряду с качественным уходом и своевременным техническим обслуживанием повысит боевую способность и готовность противопожарной службы МЧС России своевременно выполнять поставленные задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *И.А. Ушаков* - Методы решения простейших задач оптимального резервирования при наличии ограничений (Электронный ресурс удаленного доступа (Internet)).
2. *Диллон Б., Сингх Ч.* - Инженерные методы обеспечения надежности систем. (Электронный ресурс удаленного доступа (Internet)).
3. https://studopedia.ru/3_14846_rezervirovanie-bez-sstanovleniya.html (Электронный ресурс удаленного доступа (Internet)).

УДК 621.43

Д. В. Савельев, И. Л. Скрипник, С. В. Воронин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ АВТОМОБИЛЯ

В статье исследуются диагностические параметры двигателя внутреннего сгорания в зависимости эксплуатационных факторов.

Ключевые слова: коэффициент, техническое состояние, двигатель, топливо, температура вспышки, клапан, масло, износ.

D. V. Savelyev, I. L. Skrypnik, S. V. Voronin

STUDY OF DIAGNOSTIC PARAMETERS OF THE ENGINE INTERNAL COMBUSTION CAR

The article examines the diagnostic parameters of the internal combustion engine depending on the operating factors.

Keywords: coefficient, technical condition, engine, fuel, flash point, valve, oil, wear.

В настоящее время остаются актуальными вопросы проверки работоспособности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) по диагностическим параметрам, в качестве которых выступают:

1. Коэффициент технического состояния вкладышей подшипников коленчатого вала ДВС - K_1 .
2. Коэффициент технического состояния цилиндропоршневой группы (ЦПГ) ДВС - K_2 .

3. Температура вспышки, характеризующая наличие в масле более лёгких топливных фракций [1].

В результате проведенных исследований изменения диагностических параметров от:

- работы исправного двигателя;
- количества форсунок со сниженным давлением начала подъёма иглы;
- угла опережения впрыскивания топлива;
- количества клапанов с разрегулированными тепловыми зазорами;
- концентрации кварцевой пыли в 1 м^3 воздуха, подаваемой во впускной тракт ДВС;

- комплексного влияния эксплуатационных факторов изменения скорости поступления продуктов износа (ПИ) в работавшее масло установлено, что [2,3]:

1. При работе исправного дизельного двигателя значения диагностических параметров практически стабилизированы на протяжении всего периода испытания, Коэффициенты соотношения концентраций свинца к меди K_1 и кремния к алюминию K_2 больше единицы.

2. С увеличением количества неисправных форсунок происходит интенсивное разжижение работающего масла фракциями несгоревшего дизельного топлива, приводящее к понижению температуры вспышки масла. Повышенное изнашивание вкладышей кривошипно-шатунного механизма (КШМ) говорит о незначительном увеличением концентрации свинца и меди, но при этом коэффициент $K_1 > 1$. Это подтверждает наличие во вкладышах рабочего диффузионного слоя. Значение коэффициента $K_2 < 1$ свидетельствует о повышенном изнашивании поршней ЦПГ ДВС, вследствие возрастания на них ударных нагрузок. Концентрация хрома практически не изменяется, что указывает на небольшое изнашивание клапанов газораспределительного механизма (ГРМ). Также отмечается повышение концентрации железа, отражающее суммарный износ деталей механизмов и узлов ДВС. Снижение давления начала подъёма иглы форсунок увеличивает рост концентраций практически всех ПИ.

3. Увеличение или уменьшение угла опережения впрыскивания топлива, одинаково влияют на изменение соотношений концентраций коэффициентов K_1 и K_2 . Неисправности системы питания топливом (СПТ) приводят к значительному снижению температуры вспышки работавшего масла и значений K_1 и K_2 , характеризующие фактическое техническое состояние деталей ДВС, лимитирующих его моторесурс. Контроль технического состояния СПТ ДВС осуществляется, только значением температуры вспышки работавшего масла.

4. С увеличением количества клапанов с разрегулированными тепловыми зазорами, значения коэффициентов K_1 и K_2 , изменяются в сторону уменьшения, происходит повышение концентрации хрома в работавшем масле, характеризующее о повышенном износе клапанов ГРМ. Температура вспышки работающего масла постепенно понижается, вследствие неполного сгорания дизельного топлива. Контроль технического состояния тепловых зазоров ГРМ ДВС можно осуществлять, значениями концентрации хрома в работавшем масле. Коэффициенты K_1 и K_2 показывают фактическое техническое состояние вкладышей подшипников КШМ и поршней ЦПГ дизельного двигателя.

5. С увеличением концентрации кварцевой пыли в 1 м^3 воздуха, подаваемой во впускной тракт двигателя, минуя воздухоочиститель, в масле резко возрастает концентрация всех элементов, ввиду абразивного изнашивания деталей ДВС. Значения

коэффициента K_1 уменьшается, что свидетельствует о повышенном изнашивании рабочего антифрикционного диффузионного слоя и может достоверно указывать на фактическое техническое состояние вкладышей подшипников КШМ двигателя. Коэффициент K_2 сначала изменяется в сторону резкого увеличения, вызванным лавинообразным ростом концентрации кремния, содержащимся в вводимой пыли, а затем это снижение объясняется приростом концентрации алюминия в результате абразивного изнашивания поршней. Поэтому данный коэффициент не достоверно отражает фактическое техническое состояние поршней ЦПГ ДВС. Температура вспышки работающего масла незначительно повышается, вследствие увеличения вязкости масла из-за загрязнения его абразивными частицами.

6. Исследования комплексного влияния эксплуатационных факторов на изменение скорости поступления ПИ в работавшее масло были проведены с использованием двух факторов: угла опережения впрыскивания топлива и тепловых зазоров в ГРМ, как наиболее значимыми из рассмотренных. Анализ результатов экспериментов показал, что на скорость поступления ПИ в работавшее масло дизельного двигателя оказывают влияние оба фактора. С увеличением значений факторов возрастает скорость износа деталей ДВС [4].

На основе проделанных исследований и обработанных статистических данных, получены уравнения регрессии, которые составляют основу диагностической модели дизельного двигателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *И.Л. Скрипник, Д.В. Савельев, С.В. Воронин.* Проблемы производства дизельных топлив на газоконденсатных и нефтяных месторождениях // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – с. 227-230.

2. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Анализ пожарной опасности технологических систем по показателям надежности // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 3-2017, с. 33-37.

3. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 2 (22) – 2017. с.36-46.

4. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Способ расчета показателя конструктивной организованности образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 4-2017, с. 10-14.

УДК 621.318

М. С. Сайкин

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И.Ленина

АНАЛИЗ И ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ ДЛЯ МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ ГЕРМЕТИЗАТОРОВ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

На основании анализа свойств постоянных магнитов даны рекомендации по их применению для магнитожидкостных герметизаторов вращающихся валов машин и механизмов различного назначения.

Ключевые слова: магнитожидкостный герметизатор, постоянный магнит, машины, механизмы.

M. S. Saikin

ANALYSIS AND SELECTION OF PERMANENT MAGNET MATERIALS FOR MAGNETIC FLUID SEALS OF MACHINES AND MECHANISMS

Recommendations for application of permanent magnets for magnetic fluid seals of the rotating shafts of machines and mechanisms for various purposes are given based on the analysis of their properties.

Keywords: magnetic fluid seals, permanent magnet, mashines, mechanisms.

Магнитожидкостные герметизаторы (МЖГ) вращающихся валов машин и механизмов должны соответствовать требованиям высокой надёжности и ресурса работы. Одним из элементов магнитной цепи и источником магнитного поля в МЖГ являются постоянные магниты. Основное требование, предъявляемое к ним - стабильность магнитных характеристик в широком диапазоне температур, вибраций, ускорений, а также после проведения монтажа и демонтажа МЖГ, входящих в состав узлов машин и механизмов.

Таким требованиям удовлетворяют постоянные магниты, изготовленные из «закритических» материалов [1]. Они полностью восстанавливают магнитный поток после временного отделения от арматуры, или после воздействия стороннего размагничивающего поля, напряжённость которого соизмерима или даже превышает величину коэрцитивной силы магнита $H_{св}$. Для этих магнитов справедливо соотношение:

$$\mu_0 H_{св} / B_r > 1, \quad (1)$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ - магнитная постоянная; $H_{св}$ - коэрцитивная сила по намагниченности; B_r - остаточная индукция (Тл)

Применение таких магнитов, обеспечивает постоянство магнитной индукции в рабочем зазоре герметизатора и, как следствие, его критического перепада давлений [2]. Для герметизаторов общепромышленного назначения, которые эксплуатируются в химической и биологической промышленности [3,4], а также энергетическом оборудовании широкое применение нашли постоянные магниты, изготовленные на основе ферритов. В табл. 1 представлены свойства некоторых марок магнитов на основе сплавов анизотропных ферритов.

Таблица 1. Свойства постоянных магнитов, изготовленных из ферритов

Марка магнита	Магнитные свойства			
	Максимальная удельная энергия $W_{max}=0,5B_dH_d$, кДж/м ²	H_{cm} , кА/м	H_{cb} , кА/м	B_r , Тл
15БА300	7,5	300	200	0,30
16БА190	8,0	190	185	0,30
22БА220	11,0	220	215	0,36
25БА150	12,5	150	145	0,38
28БА190	14,0	190	185	0,39
21СА320	10,5	318	239	0,34
27СА220	13,5	220	215	0,38
28СА250	14,0	250	240	0,39
10КА165	5,0	165	143	0,23
14КА135	7,15	135	127	0,28
22РА220	11,0	220	215	0,36
22РА180	14,0	180	175	0,39
30РА190	15,0	190	185	0,40

Примечание. В обозначениях марок цифра, стоящая на первом месте, означает (округлённо) энергетическое произведение, B_dH_d , в кА·Тл/м. Буква, стоящая на втором месте, обозначает состав феррита: 1) Б – бариевый; 2) С – стронциевый; 3) К – кобальтовый; 4) Р – легированный редкоземельными элементами;. Буква, стоящая на третьем месте, означает: А – анизотропный. Цифра, стоящая на последнем месте, определяет значение коэрцитивной силы по намагниченности, выраженное в килоамперах на метр.

С целью снижения массогабаритных параметров МЖГ [5], предназначенных для герметизации машин и механизмов специального назначения целесообразно применять редкоземельные магниты из сплавов самарий-кобальт марок КС37, КС25 [6] и неодим-железо-бор марки Ч36Р [7], или неодим-диспрозий-бор с добавлением тербия марок Нм36Р, Нм32Р [8]. Они обладают более высокими магнитными свойствами, чем магниты на основе ферритовых сплавов.

Магниты, изготовленные из самарий-кобальтовых сплавов марки КС-25 и сплавов «неодим–железо–бор» марки Ч36Р, по своим магнитным свойствам разделяются на группы в порядке их возрастания. Магниты КС-25 на 4 группы, а магниты Ч36Р на 7 групп. Применение таких магнитов позволяет снизить массогабаритные параметры МЖГ в 1,35-1,55 раза по сравнению с использованием магнитов на основе ферритов.

В табл. 2 и 3 приведён сравнительный анализ свойств некоторых постоянных магнитов, изготовленных из редкоземельных сплавов марки КС-25 и Ч36Р.

Таблица 2. Свойства постоянных магнитов, изготовленных из сплава «самарий–кобальт» марки КС-25

Номер группы	Остаточная индукция B_r , Тл, не менее	Коэрцитивная сила по намагниченности, jH_c , (кА/м), не менее	Коэрцитивная сила по индукции, BH_c , (кА/м), не менее	Максимальное энергетическое произведение $(BH)_{max}$, кДж/м ³ , не менее
1	0,82	1273	557	128
2	0,92	1273	617	160
3	1,01	1273	676	192
4	1,07	1273	716	216

Таблица 3. Свойства постоянных магнитов, изготовленных из сплава «неодим–железо–бор» марки ЧЗ6Р

Номер группы	Максимальное энергетическое произведение $(BH)_{max}$, кДж/м ³ , не менее.	Коэрцитивная сила по намагниченности, не менее jH_c , (кА/м)				Коэрцитивная сила по индукции, BH_c , (кА/м), не менее	Остаточная индукция B_r , Тл, не менее
		Класс А	Класс Б	Класс В	Класс I		
1	60	560	800	1000	1200	400	0,6
2	128	624	800	1000	1200	480	0,82
3	160	656	1000	1200	1400	560	0,92
4	192	800	1000	1200	1400	680	1,00
5	224	816	1000	1200	1400	720	1,10
6	256	880	1000	1200	-	760	1,15
7	280	920	1120	-	-	800	1,22

Для надёжной герметизации вращающихся валов машин и механизмов необходимо, чтобы постоянные магниты имели высокую стабильность магнитных свойств в широком температурном диапазоне эксплуатации МЖГ. Численной характеристикой этого параметра является температурный коэффициент по индукции:

$$\alpha_B = \frac{\Delta B}{B \Delta t} \cdot 100\% , \quad (2)$$

где: B – магнитная индукция при начальной температуре t ; Δt – изменение температуры; ΔB – изменение индукции, вызванное изменением температуры Δt °С.

Самарий – кобальтовые магниты устойчиво работают в температурном диапазоне $-60^{\circ}\text{C} - +200^{\circ}\text{C}$. Численные значения температурных коэффициентов по индукции для различных диапазонов температур приведены в табл. 4.

Таблица 4. Температурный коэффициент изменения индукции самарий - кобальтовых магнитов

Диапазон температур, °С	Значение ТКИ, $\frac{\%}{^{\circ}\text{C}}$
-60 ÷ +20	0,02 ÷ 0,04
+20 ÷ +160	0,03 ÷ 0,05
+160 ÷ +200	0,02 ÷ 0,04

По значению рабочих температур магниты, изготовленные из сплава неодим-железо-бор, разделяются на классы табл. 5. Температурный коэффициент по индукции для магнитов из сплава неодим-железо-бор во всём интервале температур эксплуатации является отрицательным и по абсолютному значению не превышает 0,12%/°С.

Таблица 5. Диапазон рабочих температур магнитов на основе сплава неодим-железо-бор марки ЧЗ6Р

Диапазон температур, °С	Класс магнита
-120°С ÷ +50°С	А
-120°С ÷ +90°С	Б
-120°С ÷ +120°С	В
-120°С ÷ +150°С	Г

Температурная стабильность магнитов на основе сплава неодим-железо-бор ниже, чем из сплава самарий - кобальт, однако они значительно легче обрабатываются на металлорежущих станках и имеют более высокую прочность при ударах. Поэтому при выборе материала постоянных магнитов необходимо учитывать значение температурного коэффициента для эксплуатационных режимов работы машин и механизмов.

Применение магнитов из «докритических» материалов в МЖГ не рекомендуется. За счёт низкого значения коэрцитивной силы происходит частичное снижение остаточной индукции постоянных магнитов при разборке герметизаторов, а также действию вибраций и ускорений на узлы машин и механизмов в которых они используются. Это приводит к снижению магнитного потока, создаваемого постоянными магнитами и, как следствие, магнитной индукции под зубцом герметизатора, что вызывает уменьшение критического перепада давлений и приводит к разгерметизации МЖГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постоянные магниты: справ. / под ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.М. Пятина – М.: Энергия, 1980. – 488 с.
2. Сайкин М.С. Разработка и анализ конструкций герметизаторов на основе магнитных наножидкостей для технологического оборудования. /Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Изд-во Самарского научного центра РАН, 2010, Т.12 (33), N 1(2). С.499-503.

3. Сайкин М.С. Особенности применения магнитожидкостных герметизаторов для валов химического оборудования./ Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Изд-во Самарского научного центра РАН, 2011, Т.13 N 1(2) (39). С.476-478.

4. Сайкин М.С., Топоров А.В., Топорова Е.А. Повышение пожарной безопасности химических производств применением магнитожидкостных герметизаторов валов мешалок/ Пожаровзрыво-безопасность. – Изд-во «Наука», N1, 2015. С.55-58.

5. Сайкин, М.С. Магнитожидкостные герметизаторы технологического оборудования: Монография. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 136 с.: ил.

6. Магниты постоянные на основе сплава «кобальт–самарий»: Технические условия. ТУ 6391-005-55177547-2008. Пышменский опытный завод «Прогресс». – Верхняя Пышма, 2008.

7. Магниты постоянные на основе сплава «неодим–железо–бор» марки ЧЗ6Р: Технические условия ТУ6391-002-55177547-2005 (Взамен ТУ 48-4-543-90 с изм.1,2). Пышменский опытный завод «Прогресс». – Верхняя Пышма, 2005.

8. Магниты. «Неодим – диспрозий – бор + тербий»: Технические условия. ТУ 16.586.250 - 86 НПО «Магнетон», г. Владимир, 1986.

УДК 621.317.334

М. С. Сайкин, В. П. Федосеева

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И.Ленина

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ В МАГНИТОЖИДКОСТНОМ ДАТЧИКЕ ВИБРАЦИЙ

Предложена конструкция магнитожидкостного датчика вибраций с инерционным элементом на постоянном магните. Рассмотрены общие подходы к конструктивному исполнению магнитожидкостного датчика вибраций.

Ключевые слова: магнитожидкостный датчик вибраций, инерционный элемент, магнитная жидкость, постоянный магнит.

M. S. Saikin, V. P. Fedoseeva

INVESTIGATION DISTRIBUTION MAGNETIC INDUCTION IN MAGNETIC FLUID VIBRATION SENSOR

The design of a magnetic fluid vibration sensor with an inertial element on permanent magnet is presented. General approaches to the design of magnetic fluid vibration sensors are considered.

Keywords: magnetic fluid vibration sensor, inertial element, magnetic fluid, permanent magnet.

При работе технологического оборудования могут возникать вибрации, которые вызваны несбалансированностью вращающихся узлов машин и механизмов связанной с износом подшипников и действием теплового дисбаланса. Диагностика этих

вибраций на ранних стадиях их возникновения позволяет предотвратить крупные аварии в технологическом оборудовании.

Для оценки параметров вибраций при работе машин и механизмов используются различные типы датчиков, которые различаются по своему принципу действия, диапазону контролируемых параметров, чувствительности и быстродействию [1]. Сигналы датчиков регистрируются и записываются осциллографами или микропроцессорными преобразователями сигналов. Далее они передаются на электронный блок для расшифровки и обработки механического сигнала в цифровую форму.

Датчики вибраций должны иметь высокие показатели ударной стойкости и собственной частоты, а также низкое значение собственного шума.

При проведении анализа конструктивных схем магнитожидкостных датчиков [2,3] за основу взята конструкция с чувствительным элементом, состоящим из кольцевых постоянных магнитов и кольцевой втулки, через которые проходит немагнитопроводный стержень [4].

Магнитожидкостный датчик вибраций (МЖДВ) (рис.1) состоит из корпуса 1, в котором установлен кольцевой постоянный магнит 2 и немагнитопроводный цилиндрический стержень 3. Кольцевой постоянный магнит 4 является чувствительным инерционным элементом. Со стороны наружной и внутренней поверхностей чувствительного элемента предусмотрены зазоры, заполненные магнитной жидкостью (МЖ) 5, которая удерживается в них пондеромоторной силой, создаваемой магнитным полем постоянного магнита. Магниты расположены одноименными полюсами друг к другу и работают по принципу магнитной пружины.

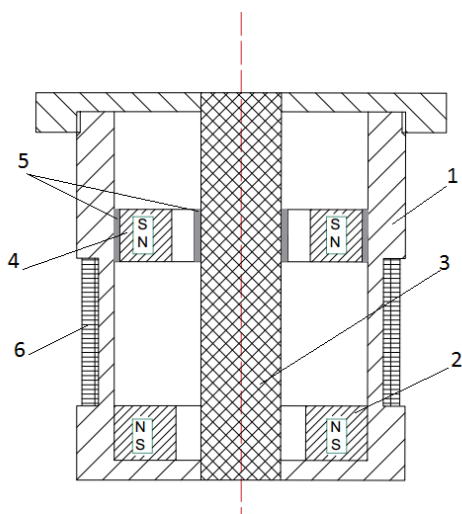


Рис. 1. Конструкция магнитожидкостного датчика вибраций

Магнитная жидкость обеспечивает левитацию чувствительного инерционного элемента в корпусе датчика. С наружной цилиндрической поверхности корпуса расположена измерительная обмотка 6, подключенная к блоку цифровой регистрации показателей вибраций.

Корпус датчика жёстко крепится к оборудованию. При возникновении вибраций происходят колебания инерционного элемента. В измерительной обмотке наводится ЭДС, частота изменения которой пропорциональна частоте вибраций. Она обрабатывается электронным блоком и отражает параметры вибраций машин и механизмов.

Целью работы является проведение численных исследований распределения магнитной индукции в радиальном и осевом направлениях между постоянным магнитом 2 и инерционным элементом 4.

Численные исследования проводились в программе FEMM, алгоритм которой основан на методе конечных элементов с использованием граничных условий Дирихле-Неймана. В качестве инерционного элемента использовались самарий - кобальтовые магниты размерами K10×5×5 с различными значениями остаточной индукции и коэрцитивной силы [5]. Характеристики магнитов приведены в табл.1

Таблица 1. Характеристики постоянных магнитов

Порядковый номер магнита	1	2	3	4	5
Остаточная индукция, В _r , Тл	0,77	0,85	0,92	1,04	1,1
Коэрцитивная сила, кА/м	540	589	637	716	756

На первом этапе определялось распределение магнитной индукции по сечению, проходящему на одинаковом расстоянии между магнитами 2 и 4, при этом расстояние между этими магнитами «Δ» изменялось в диапазоне от 1 до 20 мм (рис. 2). При проведении численных исследований рассматривались постоянные магниты с наименьшим (порядковый номер 1, табл.1) и наибольшим (порядковый номер 5, табл.1) значениями магнитных параметров.

На рис. 3 представлена расчётная картина распределения магнитных силовых линий. На основе проведённых расчётов получены графики распределения максимальной магнитной индукции по сечению, проходящему на одинаковом расстоянии между магнитами (рис.4). Из полученных зависимостей следует, что величина максимальной магнитной индукции уменьшается при увеличении расстояния между магнитами от 0,5 мм до 3 мм в 4,5 раза. При увеличении расстояния между магнитами от 5 мм до 20 мм магнитная индукция изменяется незначительно.

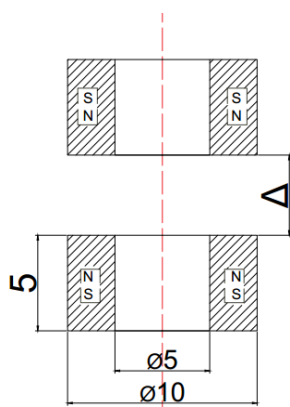


Рис. 2. Схема расположения и размеры постоянных магнитов

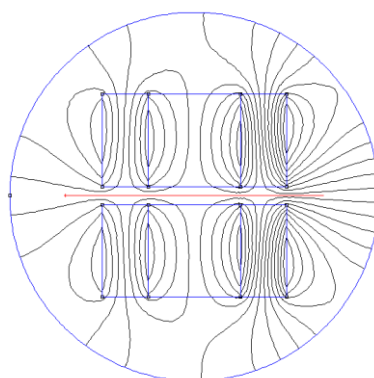


Рис. 3. Картина магнитных силовых линий

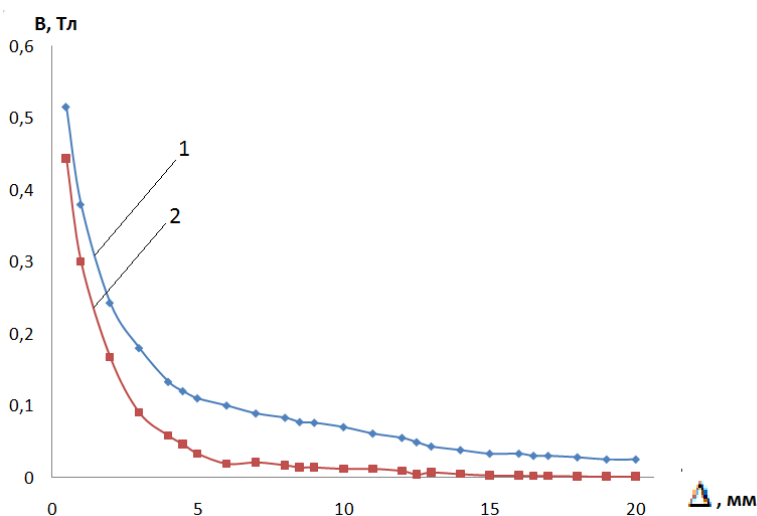


Рис. 4. Графики изменения максимальной магнитной индукции при увеличении расстояния между магнитами

На основании формулы по определению силы взаимодействия между магнитами:

$$F = B^2 S / 2\mu_0,$$

где B – среднее значение магнитной индукции между магнитами; S – площадь поперечного сечения магнитов; $\mu_0 = 12,56 \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная. Величина силы уменьшается в 18-20 раз.

Аналогичные расчётные зависимости получены для постоянных магнитов, имеющих промежуточные значения магнитных параметров.

Предполагается, что МЖДВ будут иметь следующие параметры:

частотный диапазон, Гц:	0,5 – 10000;
чувствительность, мВ/г:	свыше 500;
диапазон температур, °С:	± 60.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Датчики: Справочное пособие / Под общ. Ред. В.М.Шарапова, Е.С. Полищука. Москва: Техносфера, 2012. – 624 с.
2. Морозова Д.Ю., Сайкин М.С. Разработка магнитожидкостных датчиков угла наклона с чувствительным элементом на постоянных магнитах / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Изд-во Самарского научного центра РАН, 2014, Т.16, N 1(2), с.459-463.
3. Морозова Д.Ю., Сайкин М.С. Магнитожидкостные датчики угла наклона для летательных аппаратов/ Вестник Рыбинского государственного авиационно-технического университета имени П.А.Соловьёва. – Изд-во (РГАТУ имени П.А.Соловьёва), N 2 (33), 2015, С.109-115.
4. Сайкин М.С., Морозова Д.Ю. Магнитожидкостное устройство для определения угла наклона. Патент на полезную модель №128318 МПК G01C 9/20, Приоритет от 06.12.2012, опубл. 20.05.2013, Бюл. №14.
5. Магниты постоянные на основе сплава кобальт-самарий. Технические условия. ТУ 6391-005-55177547-2008. Пышменский опытный завод «Прогресс». – Верхняя Пышма, 2005.

УДК 614.843.27

А. Д. Семенов, Р. И. Харламов, В. Ю. Курочкин, А. Н. Бочкарев
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОДЪЕМА КРЕПЛЕНИЯ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

В работе представлен анализ проблем, связанный с прокладкой и фиксацией пожарных рукавов при тушении многоэтажных зданий с незадымляемыми лестничными клетками, предложено решение по разработке устройства оптимизирующего временной показатель решения данной проблемы.

Ключевые слова: пожары, многоэтажные здания, подъем и фиксация пожарных рукавов, разработка устройства.

A. D. Semenov, R. I. Kharlamov, V. Yu. Kurochkin, A. N. Bochkarev

ABOUT NECESSITY OF CREATION OF DEVICES FOR LIFTING THE ATTACHMENT OF FIRE HOSES

The paper presents the analysis of the problems associated with the laying and fixing of fire hoses to extinguish high-rise buildings with stairwells. The proposed solution for the development of the device optimizes the time indicator of this problem.

Keywords: fires, high-rise buildings, lifting and fixing of fire hoses, the development device.

Анализ литературных данных [1] показал, что тушение пожаров в жилом секторе сопровождается большим материальным ущербом, что связано с особенностями развития и характером пожара.

Материальный ущерб от пожара зависит не только от эффективной деятельности пожарных подразделений, уровня подготовки личного состава и оснащенности техникой, но и от степени влияния климатических факторов.

Проблема тушения пожаров в высотных зданиях является одной из наиболее актуальных для пожарных подразделений в крупных мегаполисах России. Высотки имеют повышенную степень потенциальной опасности, по сравнению с обычными зданиями, и силы и средства пожарной охраны привлекаются по повышенному номеру вызова.

Проблема тушения пожаров в высотных зданиях является одной из наиболее актуальных для пожарных подразделений в крупных мегаполисах России. Высотки имеют повышенную степень потенциальной опасности, по сравнению с обычными зданиями, и силы и средства пожарной охраны привлекаются по повышенному номеру вызова.

Основными критическими факторами при тушении пожаров в высотных зданиях являются:

- быстрое развитие пожара и задымление на всю высоту здания;
- сложность обеспечения действий по тушению пожара, аварийно-спасательных мероприятий и доставки средств пожаротушения;
- блокирование путей эвакуации.

Хотя противопожарная защита многоэтажных зданий постоянно совершенствуется, имеющиеся современные устройства противопожарной защиты зданий еще недостаточно совершенны или не всегда находятся в состоянии постоянной готовности при возникновении пожаров.

Авторами показано, что [2] для введения огнетушащих веществ в очаг пожара требуется значительное время, а это влияет на размеры пожара. Видимо, необходимо применение водозаполненных пожарных стояков в незадымляемых лестничных клетках или в тамбур-шлюзах при пожарных лифтах. Существующее требование о применении в таких зданиях внутреннего противопожарного водопровода с расходом 8 струй по 5 л/с вызывает большое сомнение. Прежде всего, что стволами с таким расходом не могут пользоваться персонал здания или жильцы дома, да и пожарные из-за большого давления в сети предпочитают ими не пользоваться. Наиболее приемлемы-

ми являются стволы с расходом 2,5-3,2 л/с, обладающие большей маневренностью в стесненных условиях квартир и необходимой длиной компактной струи.

Для быстрого развертывания сил и средств, введения первого ствола и быстрой эвакуации пострадавших и маломобильных групп населения следует оборудовать здания лифтами для транспортировки пожарных подразделений, соответствующими требованиям [4], число таких лифтов должно быть не менее одного на один пожарный отсек. Также необходимо предусматривать безопасные зоны [4] с повышенным пределом огнестойкости, подпором воздуха, пожарными кранами, средства защиты органов дыхания и средствами коллективного самоспасания. С обслуживающим персоналом многофункциональных высотных зданий и жильцами высоток следует проводить соответствующее обучение и тренировки по самоспасанию.

Разработка технических устройств позволяющих сократить время развертывания подразделений при тушении пожаров в высотных зданиях является актуальной задачей.

На сегодняшний момент в подразделениях ГПС МЧС России отсутствуют специальные технические устройства, позволяющие быстро и без больших усилий проложить рукавную линию в зданиях, в которых имеются незадымляемые лестничные клетки с поэтажными выходами на открытую зону (балкон). Поэтому пожарные вынуждены прокладывать рукавные линии непосредственно по лестничным маршам, что значительно увеличивает время подачи огнетушащего вещества в очаг пожара, требует большого количества напорных рукавов, а также возникает угроза причинения вреда жизни и здоровью людей при эвакуации [3, 4].

С целью оптимизации прокладки рукавных линий в верхние этажи многоэтажных зданий для дальнейшего тушения пожара и обеспечения безопасности людей при эвакуации, предлагается разработка мобильного устройства (рисунок), сочетающего в себе функции рукавной задержки, рукавного колена, наличие перекрывного устройства, а также устройства, исключающего преждевременный износ спасательной веревки при подъеме/спуске рукавных линий и пожарнотехнического оборудования на верхние этажи.

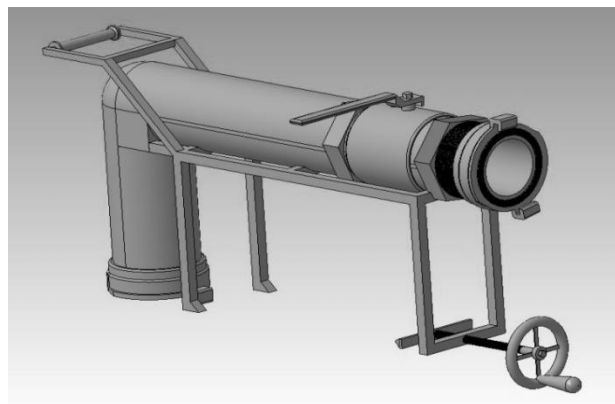


Рисунок. 3D-модель перекрывной рукавной задержки

Таким образом, важным критерием для оценки эффективной работы подразделений является время прибытия и развертывания, от которого будет зависеть количество спасенных пострадавших, а разрабатываемое устройство позволит прокладывать магистральные линии по внешней стороне зданий, что сократит временные показатели развертывания подразделений на тушение пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт МЧС России – Статистика – Пожары – 2016 г.
http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/Pozhari/2017_god

2. Кирюханцев Е.Е., Иванов В.Н. О повышении эффективности тушения пожаров в высотных зданиях // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 5 (51), 2013 г.

3. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

4. Терехнев В.В., Подгрушный А.В., Артемьев Н.С. Пожаротушение в зданиях повышенной этажности: учеб. пособие. М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. 117 с.

УДК 699.058

А. П. Сизов, В. А. Комельков, В. С. Еловский, А. В. Топоров, Л. А. Гусев
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ ТЕХНИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ В ЕЁ УЗЛАХ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТЬЮ

Герметизирующие устройства, в которых используется новый материал в качестве герметизатора, должны работать определенное время до проведения работ связанных с их ремонтом. Так как техника используется в чрезвычайных ситуациях она должна находиться в постоянной готовности как после дежурного режима, так и во время ликвидации чрезвычайной ситуации. В представленной статье рассматриваются вопросы повышения надежности предназначенной для чрезвычайных ситуаций техники. Нового материала обладающего свойствами жидкости и магнитными свойствами – магнитных жидкостей. Проводится анализ надежности уплотнительных устройств, работающих в такой технике.

Ключевые слова: надежность, оборудование для пожарной техники, герметизирующие устройства, магнитная жидкость.

A. P. Sizov, V. A. Komelkov, V. S. Elovskiy, A. V. Toporov, L. A. Gusev

THE PARTS RELIABILITY ANALYSIS OF THE EQUIPMENT USED IN EMERGENCY SITUATIONS WHEN SEALING DEVICES WITH MAGNETIC FLUID APPLYING

Sealing devices in which the new material as a sealant is used must operate for a certain time to their repair. Since the special equipment is used in emergency situations, it must be constantly ready to operate both after the standby mode and operating mode. In the article the questions of emergency equipment reliability increasing by means of new material having fluid properties and magnetic properties described. The sealing devices reliability analysis represented.

Keywords: reliability, fire equipment parts, sealing devices, magnetic fluid.

Основным требованием предъявляемым к машинам и механизмам при их разработке является требование обеспечение высокой надежности их эксплуатации. Надежность машин и механизмов повышается по мере развития научно – технического прогресса, использования новых перспективных материалов, совершенствования конструкции, повышение технологии изготовления деталей машин и т.д.

На надежную работу машин воздействуют объективные факторы: окружающая среда, механическое, химическое и другие воздействия и процессы не зависящие от разработчика и субъективные факторы: правильный выбор конструктивного решения, выбор объектов входящих в конструкцию, материалов, создание надежного технического обслуживания и ремонта – факторы управляемые [1].

Прогресс в технике, повышение ее надежности и значительной мере зависит от использования новых материалов, внедрения прогрессивных технологий.

В различных узлах машин применяются уплотнительные устройства. От качества их работы зависят надежность, долговечность, экономические показатели работы всего агрегата в целом. Уплотнения, и особенно уплотнения подвижных механизмов, прошли большой путь развития и в настоящее время существует отрасль – уплотнительная техника.

Наибольшее распространение в технике имеют контактные уплотнения. В контактном уплотнении эффект уплотнения достигается за счет упругопластического прилегания материала уплотнения к поверхности зазора между вращающимся и неподвижным узлом.

Контактное давление P_m на поверхности скольжения создается за счет осевого сжатия мягкого уплотнительного пакета, в котором оно преобразуется в радиальное. Между усилием в эластичном уплотняющем элементе Q и давлением среды существует характерная зависимость рис. 1. Зона 1 характеризует критическое давление затяжки. Зона 2 показывает, где обеспечивается уплотнение. В зависимости от давления P_m в уплотняющем элементе можно выделить три ступени [2], характеризующие величину утечки, показанные на рис. 1.

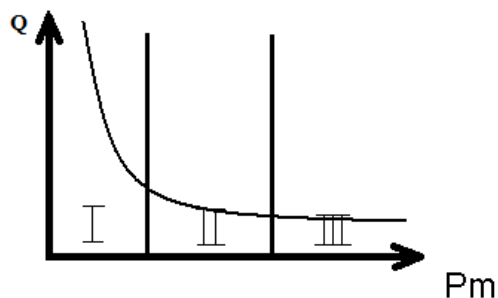


Рис. 1. Усилие в эластичном уплотняющем элементе в зависимости от давления уплотняемой среды

Из представленной зависимости следует, что с помощью контактного уплотнения, не может, достигнута полная герметизация. Эта проблема решается только с помощью жидкости обладающей магнитными свойствами, т.е., с помощью искусственной среды, например коллоидного раствора ферромагнитного материала. Такие среды были синтезированы и их назвали ферромагнитные жидкости (МЖ). В этом случае МЖ удерживается от выдавливания из уплотнения за счет магнитного поля. На рис. 2 представлена конструкция такого уплотнения с МЖ.

Уплотнение, названное магнитожидкостными уплотнением представлено на рис. 2. Оно состоит из уплотняемого вала 1, ферромагнитной жидкости 2, омывающий уплотняемый вал, крышки 3, кольцевых полюсов 4, магнита 5, уплотнительного кольца 6, подшипников 7, корпуса 8, крышки подшипника 9. Усилия, удерживающие основной элемент уплотнения МЖ создаются при наложении магнитного поля которое неравномерное в зазоре заполненном магнитной жидкостью.

$$dF = \mu_0 x_m H \frac{dH}{dx} dV_i.$$

Где dF – сила, действующая на элемент МЖ, dx – магнитная восприимчивость МЖ, H – напряженность поля, x_m – координата совпадающая с осью вала уплотнения, V - объем элемента МЖ.

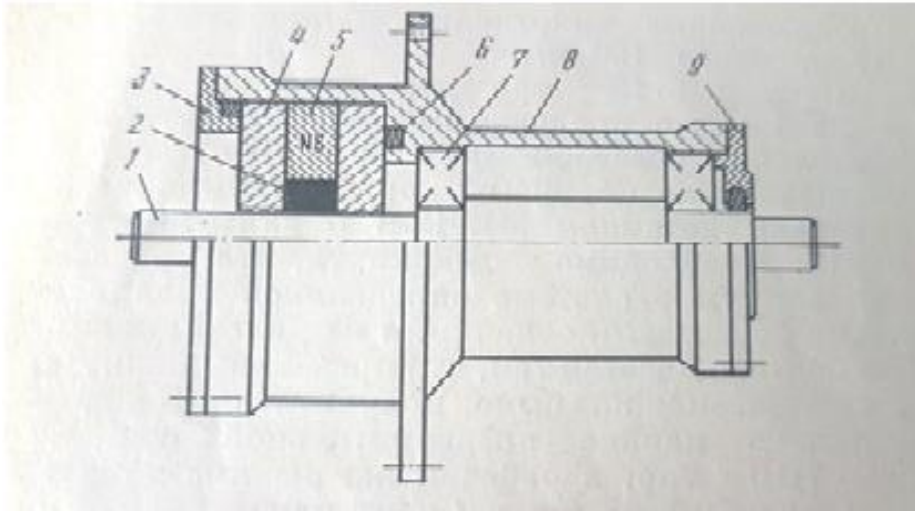


Рис. 2. Конструкция магнитожидкостного уплотнения

Таким уплотнения, названные магнитожидкостные уплотнения вращающихся валов прошли промышленную апробацию и внедрены в химической, нефтехимической, вакуумной технике, а так же в биологии.

Основной элемент, определяющий герметизирующие свойства МЖУ, момент трения, компенсируемый перепад давления и другие эксплуатационные характеристики МЖУ это МЖ. Магнитная жидкость материал искусственного происхождения – коллоидный материал. Надежность МЖУ, его долговечность зависит от долговечности сохранения начальных физико-химических параметров МЖ. Все это определяется в основном документе на МЖ – технических условиях. Такие ТУ были разработаны на опытном заводе для внедрения МЖУ в узлы различных машин.

Основная цель разработанного документа (Т.У) состояло в установлении связи физических параметров МЖ измеренных по разработанным методикам с помощью специально созданной аппаратуры с долговечностью МЖУ.

В МЖУ основным рабочим веществом является МЖ поэтому для МЖУ, как показали исследования, долговечность сохранения герметичности происходит под влиянием изменений в МЖ. Частично такие методы базировались на измерении физических параметров происходящих в МЖ во времени. Так как в МЖ под влиянием неравномерного поля происходит перераспределение концентрации ферромагнитных частиц исследовалось а как эти изучения влияющие на измерение давления компенсируемого МЖУ, как изменяется концентрация ферромагнитных частиц во времени и когда это давление и момент достигнут предельных значений, определяемой техническим заданием на изделие одновременно велись работы по измерению геометрии активных частей полюса (количества зубцов, их формы) на величины характеристик. Такие работы по влиянию геометрии полюса на стабильность характеристик должны проводиться для создания МЖУ с предсказуемой долговечностью при разработке

МЖУ для условий эксплуатации без возможности изменения количества заправки МЖ. Это наиболее сложные условия эксплуатации МЖУ.

Решение практических задач не выдвигает таких условий эксплуатации для техники работающей в чрезвычайных условиях. Однако необходимо знать через какое время необходимо проводить ремонтные работы чтобы технические приспособления были исправны во время ликвидации чрезвычайной ситуации, пожары, взрывы и т.д.). С этой целью необходим достоверный прогноз долговечности такого устройства с ферритмагнитным наножидкостным рабочим телом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник Л.А. Кондаков, А.Н. Голубев и др. –М., 1986-399 С.

УДК 658

И. Л. Скрипник, С. В. Воронин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ФОРМАЛИЗАЦИЯ КАТЕГОРИИ «СЛОЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

В статье рассмотрены признаки технического объекта, его уровни разукрупнения. Вводятся соответствующие показатели, описывающие изделие с точки зрения сложности выполняемых им функций.

Ключевые слова: система, сложность, разукрупнение, разработчик, заказчик, конструктивность, организованность.

I. L. Skrypnik, S. V. Voronin

THE FORMALIZATION OF THE CATEGORY «THE COMPLEXITY OF TECHNICAL SYSTEMS»

The article considers the features of the technical object, its levels of disaggregation. Enter relevant indicators, describing the product from the point of view of the complexity of the functions it performs.

Keywords: system, complexity, disaggregation, developer, customer, constructiveness, self-discipline.

Любой «составной» технический объект, представляющий собой совокупность отдельных частей, может быть рассмотрен как некоторая «сложная техническая система» и в то же время как некоторый «комплексный» объект, отдельные части которого функционируют в тесном взаимодействии и составляют общее целое.

Сложность технического объекта может быть охарактеризована рядом признаков [1-3]:

- наличием большого числа элементов, имеющих иерархическую структуру;

- определенным набором функций, выполняемых системой, которые могут быть описаны в явной и неявной формах, порой трудно формализованных;
- возможностью деления вышестоящей системы на ее составляющие, подчинённые общей цели функционирования всей технической системы;
- наличием управления как по горизонтали, так и по вертикали;
- наличием связи с окружающей средой при воздействии случайных факторов.

Отражение внутренних свойств сложных технических систем является иерархия и разукрупнение элементов. Полученные в результате разукрупнения элементы объединяются в классы, называемые уровнями разукрупнения.

Обычно вопрос разукрупнения проектируемого изделия заказчиком не рассматривается, а является примером прерогативой разработчика. Именно он в ходе решения практической задачи ставит вопрос о числе уровней иерархии будущего изделия. Однако неделимость любых реальных подсистем всегда условно, поскольку возможно постановка в ходе проектирования новых задач, не только допускающих, но и требующих дальнейшей детализации. Для заказчика этот вопрос важен исходя из следующих соображений [4,5]:

- сложные технические объекты, которые эксплуатируется человеком, требует разделения его на части, учитывающие возможности человека – оператора;
- разукрупнение позволяет организовать параллельную разработку, изготовление отдельных частей, что значительно сокращает сроки введения в эксплуатацию изделия в целом;
- низкий уровень разукрупнения изделия определяет показатели ремонтпригодности и готовности к применению по назначению.

Однозначно должны решаться вопросы ограничения габаритов образца и уменьшение стоимости его разработки. Существуют различные способы разукрупнения технических объектов. Существующий подход по [6] предполагает оценку сложности изделия по числу и составу уровней разукрупнения. Структурное дробление конструкции прибора приемно-контрольного пожарного (ППКП), имеющего большое количество шлейфов сигнализации, как по горизонтали, так и по вертикали, будет зависеть от принятой разработчиком композиции составных частей на каждом уровне иерархии, где несущие уровни (0 и 1) наиболее универсальны, а их составные части, мало зависят от назначения изделия. Второй и третий уровни – более специализированы. Число уровней разукрупнения определит его конструктивную сложность. Для её оценки следует предполагать, что имеется сложное изделие, у которого все элементы специализированы и ориентированы на выполнение разных функций. При этом используются только необходимые функциональные узлы для обеспечения свойств, определяющих назначение изделия. Тогда показатель конструктивной сложности представляется виде соответствующего количества информации об изделии [2]:

$$K_{сл} = \frac{k \cdot \ln(N!)}{N}, \quad (1)$$

где k - постоянный коэффициент ($k = 1,44$); N - число составных частей в устройстве.

С другой стороны при рассмотрении сложного изделия необходимо учитывать его структуру, под которой следует понимать количество составных частей и связи

между ними. Численно охарактеризовать последнее возможно посредством некоторого показателя K_c :

$$K_c = \frac{M}{N}, \quad (2)$$

где M - количество связей в изделии (информированные, энергетические, управляющие).

Исходя из этого, под показателем конструктивной организованности предлагается понимать структурное построение изделия, состоящего из элементов и связей между ними и учитывающее их взаимоотношение:

$$K_{орг} = K_{сл} \cdot K_c. \quad (3)$$

Для проверки работоспособности проведён расчёт абстрактного изделия ППКП. Исходя из анализа структурной схемы следует, что $N = 20$, а $M = 25$. Тогда в соответствии с формулами 1 и 2 $K_{сл} = \frac{1,44 \cdot \ln(20)!}{20} = 0,429$, а $K_c = \frac{25}{20} = 1,25$. В итоге численное значение $K_{орг} = 0,429 \cdot 1,25 = 0,536$.

Таким образом, из всех известных подходов к оценке конструктивной организованности, ориентированных на конкретные образцы техники, рассмотренный подход является наиболее обобщенным, ёмким и в то же время простым и универсальным. Он дает численные значения показателя конструктивной организованности в масштабе удобным для комплексирования с другими базовыми составляющими при определении характеристик технического уровня [7-10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *О.А. Рыбин, И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Подходы к методологии создания современных образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». № 4 (2017) – 2017, с. 133-137.
2. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Способ расчета показателя конструктивной организованности образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 4-2017, с. 10-14.
3. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Подходы к процессу поиска и принятия решения при создании современных образцов пожарной техники // Система обеспечения пожарной безопасности. Состояние, тенденции, пути развития. Сборник статей и докладов научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 25-26 мая 2017 года. - Санкт-Петербург, Военный институт (инженерно-технический), 2017, с. 218-222.
4. *И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Современные подходы повышения эффективности разработок образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – с. 224-226.
5. *И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Подход к выбору инвариантных технических решений в совершенствовании изделий пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – с. 220-222.

6. ГОСТ 26632-85. Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств по функционально-конструктивной сложности. Термины и определения.

7. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Модель качества разработки изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 4 (24) – 2017, с.35-42.

8. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Обоснование размерности комплексного показателя технического уровня и его графическое представление // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 3 (23) – 2017. с.23-27.

9. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 2 (22) – 2017. с.36-46.

10. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Модель функциональной организованности образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 3-2017, с. 16-20.

УДК 621.192

И. Л. Скрипник, С. В. Воронин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ НА ПОЖАРНУЮ ОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ

В статье исследуются отказы технических систем, влияющие на пожарную опасность. Рассматриваются вероятности условия пожаробезопасности электротехнического изделия и показатели безотказности.

Ключевые слова: пожарная опасность, надежность, элемент, интенсивность отказов.

I. L. Skrypnik, S. V. Voronin

EFFECT ON FIRE HAZARD OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS RELIABILITY

The article examines the failures of technical systems that affect fire danger. Discusses the probability of conditions fire safety electrical products and reliability.

Keywords: fire hazard, reliability, element, failure rate.

Одним из основных направлений снижения пожарной опасности процессов аппаратов и технологий является комплексная оценка качественных и количественных характеристик надежности [1]. Данный анализ позволит найти причины выхода из строя элементов, подготовить комплекс мероприятий для уменьшения пожарной опасности по следующим основным направлениям:

- снижению или предотвращению отказов системы, например интенсивности отказов;
- порядку (регламенту, периоду, объему, содержанию) проверок работоспособности, состояния технологических систем и их элементов, оказывающих влияние на вероятность возникновения взрывопожарной ситуации;
- допустимой продолжительности работы технологических систем, ее элементов по срокам нахождения в эксплуатации без риска создания пожароопасной обстановки в результате отказа (износа) элементов.

Качественный анализ пожарной опасности технологических систем включает следующую последовательность действия:

- выявление взрывопожароопасных элементов и критериев их отказа;
- классификацию по взрывопожарной опасности элементов и систему в целом;
- определение вероятных отказов от различных опасных факторов пожара;
- расчет последствий отказов элементов и их влияние на вероятность возникновения взрывоопасной обстановки;
- определение структуры технологической системы, выявление наиболее опасных звеньев, требующих тщательного контроля.

Согласно [2, 3] любое электротехническое изделие считается не пожароопасным, если вероятность возникновения пожара не превышает значение 10^{-6} .

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{п.р.}} \cdot Q_{\text{н.з.}} \cdot Q_{\text{п.з.}} \cdot Q_{\text{в}} \leq 10^{-6} \frac{1}{200}. \quad (1)$$

При анализе пожарной опасности составляющих технологической системы целесообразно рассчитать следующие значения вероятностей [4-7]:

$Q_{\text{п.р.}}$ – вероятность возникновения характерного пожароопасного режима в составной части изделия (возникновения короткого замыкания, перегрузки, повышения переходного сопротивления и т.п.), $1/\text{год}$;

$Q_{\text{н.з.}}$ – вероятность несрабатывания аппарата защиты (электрической, тепловой и т.п.);

$Q_{\text{п.з.}}$ – вероятность того, что значение характерного электротехнического параметра (тока, переходного сопротивления и др.) лежит в диапазоне пожароопасных значений;

$Q_{\text{в}}$ – вероятность достижения горючим материалом критической температуры или его воспламенения.

Так же рассмотреть: принцип работы; срок службы; характер неисправности; способ наблюдения за техническим состоянием элементов системы в процессе эксплуатации.

По физическому принципу действия элементы системы подразделяются на пассивные, являющиеся абсолютно надежными и активные, режим функционирования которых включает: ожидание и действие.

В режиме ожидания система пребывает в постоянной готовности и для поддержания работоспособности элементов требуется только их проверка или восстановление.

По продолжительности режима работы различают элементы длительного и кратковременного действия, для которых при количественной оценке надежности принимаются $T_p \approx 0$.

По характеру контроля за состоянием элементов рассматривают: контролируемые и периодически непрерывно контролируемые. Выход из строя элементов происходит во всех режимах работы и ожидания.

Надежность представляет собой комплексное составное свойство, которое состоит из простых качественных свойств: безотказность; долговечность; ремонтпригодность и сохраняемость [8]. В большинстве случаев рассматривается характеристика безотказности, включающая в себя следующие численные показатели: вероятность отказа; вероятность безотказной работы; интенсивность отказов; средняя наработка до отказа. Зависимость интенсивности отказов $\lambda(t)$ от времени содержит три периода: приработки, нормальной эксплуатации, старения. Повышение надежности системы должно рассматриваться во взаимосвязи с ее составными частями, особенно в период эксплуатации. Анализ нормативного документа СП 12.13130.2009 показал, что при определении величины пожарного риска необходимо так же учитывать показатели надежности.

Вследствие того, что на участке нормальной эксплуатации интенсивность отказов элементов имеет одно и то же значение, а на других разная, то при определении величины пожарного риска необходимо так же учитывать показатели надежности [9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Анализ пожарной опасности технологических систем по показателям надежности // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 3-2017, с. 33-37.
2. ГОСТ 12.1.004.-91*. «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».
3. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г № 123 – ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
4. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Расчет вероятности возникновения пожара от электрического изделия // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере, № 1 (41)-2017, с. 50-59.
5. Скрипник И. Л., Воронин С. В., Каверзнева Т. Т., Сенченко В. А. Анализ рисков поражения людей электрическим током и возникновения пожара в различных схемах электрооборудования здания // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. 2017. № 4 (166). С. 35-44.
6. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Технические решения задачи согласования критериев безопасности в электрических сетях // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере, № 2 (42)-2017, с. 110-117.
7. О.А. Рыбин, И.Л. Скрипник, С.В. Воронин. Подходы к методологии создания современных образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». № 4 (2017) – 2017, с. 133-137.
8. ГОСТ 27.003-90 ССБТ. Состав и общие правила задания требований по надежности.
9. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

УДК 621

И. Л. Скрипник, С. В. Воронин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

В статье рассматриваются характеристики «технический уровень» и «полезность изделия». Приводятся основные положения оценки технического уровня образцов на этапе формирования тактико-технического задания с использованием патентной информации.

Ключевые слова: техническое решение, технический объект, технический уровень, свойство, полезность, благо, заказчик, разработчик, потребитель.

I. L. Skrypnik, S. V. Voronin

EVALUATION OF THE TECHNICAL LEVEL OF THE PRODUCTS BASED ON PATENT INFORMATION

The article discusses the characteristics of the «technical level» and «usefulness of the product.» The main provisions of the evaluation of the technical level of samples at the stage of formation of tactical and technical specifications using patent information.

Keywords: technical solution, technical object, technical level, property, utility, benefit, customer, developer, consumer.

Вопрос о целесообразности выбора того или иного технического решения (ТР) определяется исходя из оценок эффективности применения данного решения в составе системы или объекта. В качестве характеристики для оценки эффективности использования может рассматриваться показатель технического уровня (ТУ) изделия с предлагаемым ТР [1,2].

Выбор данного показателя для оценки эффективности объясняется следующим: он зависит только от ТР и не зависит от качества изготовления, то есть показатель ТУ может быть использован на любой из стадий создания продукции [3,4]. Это особенно важно на ранних стадиях при выборе принципиальной схемы разрабатываемого объекта. При этом, принимая в качестве базы для сравнения лучшие мировые образцы, можно спрогнозировать технико-экономические показатели разрабатываемой продукции, что позволяет исключить ситуацию, когда уже при проектировании создаваемая техника оказывается морально устаревшей [5,6].

Как видно из определения термина «ТУ» - это характеристика относительная, то есть необходимо иметь базу сравнения - аналоги и показатели совершенства решения, которые определяют потребительские свойства объекта, которые непосредственно связаны с полезностью изделия. Каждое функциональное свойство объекта может самостоятельно определять ценность технического объекта (ТО) с позиций предельной полезности, т.е. оно является гипотетической составляющей понятия полезности со своей степенью весомости. Объективное свойство, отражающее характер изделия сводится к субъективной оценке лицом принимающим решение как по единичному

параметру, так и по достаточной совокупности свойств. Между полезностью и некоторым отдельным свойством изделия будет иметь место определенная взаимосвязь. Чем большим количеством характеристик обладает объект, тем выше его полезность. Для каждого конкретного изделия характерно собственная совокупность свойств, строго определенная по функциональной принадлежности [7]. Все другие, характеристики, не входящие в это множество, можно считать избыточными и не влияющие на значение предельной полезности. Различают полезность изделия как ТУ, предназначенного для решения каких-либо задач – это, так называемая техническая полезность и полезность, с точки зрения потребителя свойств, имеющаяся у изделия – потребительская полезность. Тогда, если проранжировать все свойства объекта, то с увеличением количества благ, приобретенных пользователем от их реализации, полезность каждого последующего вновь приобретенного блага, полученная от других свойств, будет уменьшаться. Варьируя совокупностью свойств на этапе задания общих технических требований к изделию можно вводить показатель полезности, тесно связанный с ТУ. Данные понятия целесообразно ввести в методический аппарат взаимодействия заказывающих органов и организаций-разработчиков новых образцов техники [8].

Оценка ТУ образцов в ходе формирования тактико-технического задания во многом базируется на обработке патентной информации, основывающейся на следующих основных положениях:

1) Оценка осуществляется экспертным путем, в качестве которых выступает авторы изобретений в данной области техники.

2) Описание изобретений, выявленные в процессе поиска, рассматриваются как анкеты, содержащие ответы на вопросы о том, какие проблемы, связанные с разработкой и эксплуатацией аналогичных объектов техники, они считают наиболее значимыми.

3) Задачи, сформулированные в описаниях изобретений, направлены на улучшение потребительских свойств объекта и прямо связаны с требованиями пользователей этих изделий.

4) Частота указания той или иной проблемы изобретения, сформулированной в их описаниях различных авторов, показывает, в какой степени решение ее важно для потребителя.

5) Анализу подвергается все изобретения, относящиеся к рассматриваемой предметной области, особенно при оценке ТУ для определения конкурентоспособности продукции.

Чаще всего разрабатываемый ТУ представляет собой сложную систему, содержащую большое количество узлов, деталей, элементов. Поэтому в первую очередь необходимо решить вопрос о том, какой узел является наиболее значимым, с точки зрения его совершенства и решения задач улучшения потребительских характеристик.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее важным параметром, определяющим тенденции современного этапа развития изделий является «универсализация» (стандартизация, унификация), под которой понимается единство технологий, отдельных блоков, позволяющих использовать их без дополнительных доработок в любом объекте, предполагающим совмещение функций отдельных элементов.

Рассмотренные положения позволяют оценивать ожидаемый ТУ изделия на ранних стадиях его создания, в частности, при обосновании его облика или эскизного проекта, когда стоит задача выбора основных схмотехнических решений. При этом,

применение большого массива информации значительно повышает достоверность проводимых оценок [9,10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 2 (22) – 2017. с.36-46.
2. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Обоснование размерности комплексного показателя технического уровня и его графическое представление // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 3 (23) – 2017. с.23-27.
3. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т. Модель новизны технических решений разработок образцов пожарной техники // Сборник статей по материалам IX Всероссийской научно-практической конференции «Сервис безопасности в России: Опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной жизнедеятельности населения» 27 сентября 2017 года. – Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, с. 291-296.
4. И.Л. Скрипник, С.В. Воронин. Подход к выбору инвариантных технических решений в совершенствовании изделий пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – с. 220-222.
5. О.А. Рыбин, И.Л. Скрипник, С.В. Воронин. Подходы к методологии создания современных образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». № 4 (2017) – 2017, с. 133-137.
6. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Модель качества разработки изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 4 (24) – 2017, с.35-42.
7. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Модель функциональной организованности образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 3-2017, с. 16-20.
8. И.Л. Скрипник, С.В. Воронин. Совершенствование организационного механизма управления разработкой образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – с. 222-224.
9. И.Л. Скрипник, С.В. Воронин. Проблемы повышения технического уровня образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – с. 231-233.
10. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Подходы к процессу поиска и принятия решения при создании современных образцов пожарной техники // Система обеспечения пожарной безопасности. Состояние, тенденции, пути развития. Сборник статей и докладов научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 25-26 мая 2017 года. - Санкт-Петербург, Военный институт (инженерно-технический), 2017, с. 218-222.

УДК 621

И. Л. Скрипник, С. В. Воронин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

МОДЕЛИ И СПОСОБЫ РАСЧЕТА БАЗОВЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ

В статье рассматриваются модели и способы расчета базовых составляющих технического уровня разработок нового изделия. Представлены аналитические зависимости показателей базовых составляющих.

Ключевые слова: модель, способ, обобщенный показатель качества, новизна технических решений, функциональная, конструктивная организованность, технологичность, надежность.

I. L. Skrypnik, S. V. Voronin

MODELS AND METHODS OF CALCULATION OF THE BASIC COMPONENTS TECHNICAL LEVEL

The article considers models and methods of calculating the basic components of the technical level of development of a new product. Analytical dependences of the basic components.

Keywords: model, method, the generalized indicator of quality, novelty of technical solutions, functional, constructive discipline, adaptability, reliability.

Анализ практики оценки и выбора новых изделий показывает, что в качестве критерия выступает технический уровень (ТУ) образца, который включает в себя базовые составляющие [1].

Модель расчета обобщенного показателя качества (ОПК) основывается на разбиении исходного множества показателей на подмножество существенных и несущественных показателей. Для определения критерия разбиения исходного множества показателей на рассмотренные подмножества используют коэффициент выборочной корреляции «затраты-показатель» с учетом наличия достаточной статистической выборки [2].

Исходя из проведенных исследований следует, что для образцов техники должен устанавливаться ОПК в виде количественного значения. Нормирование показателей производится относительно их значений, задаваемых в тактико-техническом задании. В этом случае ОПК, после определения коэффициентов значимости и нормировки показателей, рассчитывается только по существенным, с учетом выполнения значений несущественных показателей.

Модель расчета оценки новизны технических решений (ТР), заложенных в новые разработки, представлена с технической, производственной и экономической точек зрения [3]. Она осуществляется посредством составления определительных таблиц, в которых качественным категориям ТР образцов техники соответствуют количественные значения. Характеристики, описывающие новые ТР, имеют разные весо-

вые коэффициенты, поэтому возникает задача нахождения их коэффициентов значимостей. Проведенные исследования показывают, что целесообразно вид функции, нормирующей вес характеристик, представлять формулой 1, с учетом введенных ограничений, допущений и комбинаторного подбора коэффициента - 2,1:

$$r^i = \frac{1}{2,1^{i-1}}. \quad (1)$$

В итоге значение показателя новизны ТР ($K_{НТР}$) может быть найдено как:

$$K_{НТР} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m B_{ijок} \cdot \text{sign } B_{ijок}, \quad (2)$$

где $\text{sign } B_{ijок} \begin{cases} 1, & \text{если по } i - \text{ой характеристики используется } j - \text{ая позиция;} \\ 0, & \text{если по } i - \text{ой характеристики не используется } j - \text{ая позиция;} \end{cases}$
 n – количество характеристик; m – количество позиций; $B_{ijок}$ – показатель, определяемый как произведение базисного балла и соответствующего веса характеристики r^i .

Предложенная модель расчета функциональной организованности разработки образцов техники, базируется на методе функционально-физического описания разрабатываемых изделий. Она обеспечивает сравнение изделий по числу полезных, второстепенных, вспомогательных, главных, основных функций и экономии затрат на их достижение [4]. Показатель функциональной организованности $K_{фо}$ объединяет совокупность коэффициентов, описывающих конкретный набор функций и рассчитывается как:

$$K_{фо} = \sqrt{K_{акт_{гл}} \cdot K_{акт_{вт}} \cdot K_{сф} \cdot K_{рф}}, \quad (3)$$

где $K_{акт_{гл(вт)}}$ – коэффициент актуализации функций, рассчитываемый для групп главных и второстепенных функций; $K_{сф}$ – коэффициент сосредоточения функций, рассчитываемый для группы главных функций; $K_{рф}$ – коэффициент расширения функций, рассчитываемый по соотношению между группой второстепенных и главных функций.

Однако, реализация заданных функций, ради которых создается изделие нового поколения, предполагает различный комбинаторный набор ТР, основанных на определенных физических принципах действия, которые, приведут к конкретному структурному набору элементов конструкции и связей между ними. Поэтому дополнительно введен показатель конструктивной организованности образца. Под которым понимается комплексная характеристика, учитывающая внутреннее содержание образца с точки зрения его рационального построения, оптимального соотношения элементов и связей между ними, рассчитываемая как [5]:

$$K_{орг} = \frac{(k \cdot \ln(N))! \cdot M}{N^2}, \quad (4)$$

где k – постоянный коэффициент ($k=1,44$); N – число элементов в изделии; M – число связей в изделии.

При разработке нового изделия в первую очередь реализуются основные свойства, определяющие его назначение, но мало уделяется вниманию вопросам эксплуа-

тационной и производственной технологичности. Это приводит к тому, что на стадии эксплуатации затрачивается большое количество сил и средств на ремонт и техническое обслуживание изделия, что приводит к его значительному удорожанию. В связи с этим предложен способ расчета показателя, учитывающего приспособленность образца к прогрессивным технологиям производства, выраженный по формуле [6]:

$$K = K_1 \cdot \alpha_1 + K_2 \cdot \alpha_2 , \quad (5)$$

где α_1 – коэффициент значимости показателя технологичности изделия; α_2 – коэффициент значимости показателя прогрессивности технологии производства; K_1 – обобщенный показатель технологичности образца, состоящий из комплексного показателя по радиоэлектронным и механическим составным частям изделия; K_2 – обобщенный показатель прогрессивной технологии производства.

Очередной характеристикой ТУ является показатель надежности образца, характеризующий одно из свойств изделия, определяемых заказчиком как приоритетное [7], в качестве которого используется средняя наработка на отказ, прямо или косвенно связанная с другими показателями надежности, определяемая как:

$$T_0 = \frac{1}{\sum_{j=1}^r \lambda_{jr}} , \quad (6)$$

где λ_{jr} – интенсивность отказов j -ой группы элементов.

Модели и способы расчета базовых составляющих КПТУ, проверены на примере расчета приборов приемно-контрольных пожарных. Полученные их численные значения находятся в одном масштабе измерения и могут быть использованы для описания ТУ изделий, с целью выбора лучшего образца на конкурсной основе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *О.А. Рыбин, И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Подходы к методологии создания современных образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». № 4 (2017) – 2017, с. 133-137.
2. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Модель качества разработки изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 4 (24)–2017, с.35-42.
3. *Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т.* Модель новизны технических решений разработок образцов пожарной техники // Сборник статей по материалам IX Всероссийской научно-практической конференции «Сервис безопасности в России: Опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной жизнедеятельности населения» 27 сентября 2017 года. – Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, с. 291-296.
4. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Модель функциональной организованности образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 3-2017, с. 16-20.
5. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Способ расчета показателя конструктивной организованности образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 4-2017, с. 10-14.
6. *И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Способ расчета показателя приспособленности образца к прогрессивной технологии производства // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Ива-

ново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – с. 213-215.

7. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Анализ пожарной опасности технологических систем по показателям надежности // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 3-2017, с. 33-37.

УДК 621.436.2

В. А. Сопига, Т. А. Яковенко, В. А. Калентьев, А. В. Бурцев
ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

ОТКАЗЫ БАЗОВЫХ ШАССИ ПОЖАРНЫХ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Рассмотрены вопросы поддержания автомобилей в работоспособном состоянии, проанализированы виды и характер возникающих отказов в процессе эксплуатации техники и соотношение их по узлам и агрегатам автомобилей.

Ключевые слова: техническое состояние, безотказная работа.

V. F. Sopiga, T. A. Yakovenko, V. A. Kalentyev, A. V. Burtsev

FAILURES OF THE BASIC CHASSIS OF FIRE AND RESCUE VEHICLES

The issues of maintaining cars in an efficient condition are considered, the types and nature of the failures that arise during the operation of machinery and their relationship to vehicle units and assemblies are analyzed.

Keywords: technical condition, uptime.

Общей концепцией поддержания оборудования в исправном состоянии и постоянной работоспособности является планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта техники, которая законодательно закреплена для внедрения на всех предприятиях.

Система представляет собой комплекс организационно – технических мероприятий, проводимых в плановом порядке для обеспечения работоспособности и исправности машин, оборудования, механизмов в течение всего срока их службы при соблюдении заданных условий и режимов эксплуатации, инструкций заводоизготовителей.

Фактически ремонт большей части оборудования неизбежно основан на сочетании (в различных пропорциях) регламентированного ремонта и ремонта по техническому состоянию.

Качественные характеристики технического состояния автомобильной техники представляют собой характеристики отказа.

По влиянию на работоспособность объекта различают отказы его элементов и отказы, вызывающие неисправность или отказ объекта в целом.

По источнику возникновения различают отказы: конструктивные, возникающие вследствие несовершенства конструкции; производственные, являющиеся следствием нарушения или несовершенства технологического процесса изготовления или ремонта изделия; эксплуатационные, вызванные нарушением действующих правил.

По связи с отказами других элементов различают зависимые и независимые отказы.

По характеру возникновения и возможности прогнозирования различают постепенные и внезапные отказы. Постепенные отказы возникают в результате плавного изменения показателей технического состояния объекта, чаще всего вследствие изнашивания. Особенность постепенных отказов заключается, во-первых, в том, что они могут быть предотвращены в результате своевременного выполнения технического обслуживания. Вторая их особенность состоит в монотонности изменения технического состояния, что создает предпосылки для его прогнозирования. Для внезапных отказов характерным является скачкообразное изменение показателя технического состояния.

По внешнему проявлению различают скрытые и явные отказы. Скрытый – это отказ, не обнаруживаемый визуально или испытанными методами и средствами контроля и диагностирования, в противном случае он является явным.

Отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния, называют ресурсным; если отказ вызван естественными процессами старения, изнашивания, коррозии или усталости при соблюдении правил и норм проектирования, изготовления и эксплуатации, то такой отказ – деградационный.

На автомобилях также встречается особый, так называемый перемещающийся отказ, отличающийся тем, что он многократно возникает и самоустраняется.

Из данных, приведенных в табл. 1 [1], видно, что основное количество отказов вызвано износом рабочих поверхностей деталей. Много также отказов связано с повреждениями (обрывы, срывы, разрывы, поломки), закоксовыванием, трещинами. Такое соотношение различных видов отказов вызвано тем, что детали автомобиля как сложного изделия работают в различных условиях и неодинаково нагружены.

Таблица 1. Виды отказов деталей автомобилей марки КамАЗ

Характер отказа	Количество отказов, %	Характер отказа	Количество отказов, %
Износ	49,4	Проседание (потеря упругости)	0,8
Обрыв, срыв, разрыв	11,3	Прокол	0,7
Закоксовывание	8,3	Нарушение изоляции	0,6
Трещины	7,8	Вытягивание	0,4
Поломки	5,8	Заклинивание, заедание	0,4
Прогар, подгорание, перегорание	5,7	Погнутость, изгиб	0,4
Замыкание	2,6	Смятие, скручивание	0,4
Выкрашивание, задиры	1,9	Коррозионное разрушение	0,3
Ослабление крепления	1,6	Перетирание	0,3
Срыв резьбы, срез	1,2	Засорение (отложение накипи)	0,1
ИТОГО	95,6		4,4

Рассматривая отказы агрегатов и систем автомобиля, приведенные в табл. 2 [1], следует отметить, что, для двигателя характерно изнашивание, а также подгорание и пригорание деталей.

Для узлов и деталей трансмиссии основным видом отказов является износ: 83% отказов сцепления, 65,3% отказов коробки передач, 97,6% отказов карданной передачи и 72,9% отказов ведущих мостов. Однако, характер износа этих деталей различный. Так, изнашивание деталей сцепления, нажимного диска, маховика, сопровождающееся трением скольжения с выделением большого количества тепла, приводит не только к изменению размеров деталей, но и к появлению трещин.

Таблица 2. Виды отказов деталей по агрегатам и системам автомобиля

Характер отказа	Количество отказов, %									
	Двигатель	Сцепление	Коробка передач	Карданная передача	Средний задний мост	Передний мост, подвеска	Рулевое управление	Тормозные системы	Электрооборудование	Кабина, платформа
Износ	47,2	83,0	65,3	97,6	72,9	58,2	79,3	49,8	6,2	46,8
Прогорание, подгорание	18,8								48,2	
Закоксовывание	13,5									
Поломка	2,6	4,0		2,4		34,5	2,6	9,0	13,1	48,2
Потеря упругости	2,8					1,3		1,7		1,5
Трещина	4,2	1,0	9,3		2,4	1,6		2,1		
Выкрашивание, задиры	1,7		21,3		22,4					
Вытягивание, разрыв	9,1	11,0					9,1	35,3		
Коробление, погнуто- тость		1,0					6,5			
Срез, смятие, срыв			4,1		2,3	4,4	2,5			
Коррозия	0,1							2,1	2,8	3,5
Нарушение изоляции									17,4	

Для зубчатых зацеплений коробки передач и редукторов мостов имеет место другой вид изнашивания – постепенное уменьшение размера зубьев и выкрашивание при усталостном изнашивании, а также поломки зубьев при ударах во время переключения передач. Изнашивание крестовин карданного вала, протекающее при больших удельных нагрузках и малых перемещениях, сопровождается появлением на поверхности трения углублений.

Для деталей подвески автомобиля преобладают отказы из-за поломок. Этот вид отказа относится, в основном, к рессорам, поломки которых чаще всего имеют усталостный характер, а также связаны с такими случайными факторами, как превышение допустимой нагрузки и движение на высоких скоростях по неровным дорогам. Основ-

ным видом отказа переднего моста, колес и ступиц является износ деталей. Этот отказ характерен для деталей шкворневых соединений, подшипников ступиц колес и шин.

Износ является основным видом отказа для деталей рулевого управления и тормозов. Много отказов также связано с вытягиванием и разрывами – это отказы ремней привода, насоса гидроусилителя рулевого привода, компрессора.

По электрооборудованию преобладают отказы из-за подгорания контактов и перегорания ламп, катушек.

Агрегаты и системы автомобиля имеют существенное различие не только по характеру отказов, но и по их числу. Как видно из вышесказанного, имеется существенная разница в безотказности систем автомобиля. Таким образом, изучив причины отказов, необходимо оценить количественные характеристики их возникновения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кузьмин Н.А.* Техническая эксплуатация автомобилей: закономерности изменения работоспособности: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин. – М.: ФОРУМ, 2015. – 208 с.

2. *Коваленко Н.А.* Научные исследования и решение инженерных задач в сфере автомобильного транспорта: учеб. пособие / Н.А. Коваленко. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. – 271с.: ил.

УДК 614.846.6

В. П. Сорокоумов, А. Г. Саламатов
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

ИНСТРУКЦИЯ НА СДАЧУ В РЕМОНТ И ВЫДАЧУ ИЗ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНОЙ, ПОЖАРНОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ОСНОВНЫХ АГРЕГАТОВ

Эксплуатация пожарных автомобилей на современном этапе остается актуальной, так как происходит оптимизация системы технической службы, однако отсутствуют единые требования на ремонтируемые пожарные автомобили и их основные агрегаты, сдаваемые в ремонт и выдаваемые из ремонта, а также порядок сдачи их в ремонт и выдачи из ремонта.

Ключевые слова: пожарный автомобиль, ремонт, техническое обслуживание, агрегат, пожарная техника.

V. P. Sorocoumov, A. G. Salamatov

INSTRUCTION FOR DELIVERY TO REPAIR AND ISSUE FROM REPAIR OF AUTO- MOBILE, FIRE AND SPECIAL EQUIPMENT AND THEIR MAIN UNITS

The operation of fire trucks at the current stage remains relevant, as the technical service system is being optimized, but there are no uniform requirements for repaired fire vehicles and their main units, which are being repaired for repairs and issued from repairs, as well as the procedure for putting them into repairs and issuing from repairs.

Keywords: fire truck, repair, maintenance, units, fire fighting equipment.

Своевременный и высококачественный ремонт – необходимое условие содержания пожарных автомобилей в постоянной технической исправности и боевой готовности. Руководители учреждений и организаций МЧС России (балансодержатели) несут ответственность за своевременную постановку техники на обслуживание и ремонт, проведение качественного технического обслуживания и ремонта в ремонтных органах (в том числе, специализированных сторонних организациях на основании заключенных в установленном порядке соответствующих договоров или контрактов) с соблюдением установленных нормативов, эффективную организацию труда производственного персонала, применение современных методов совершенствования технологических процессов и использование современного технологического оборудования и технологической оснастки ремонтных органов МЧС России, исполнение всех требований научно-технической документации. Территориальные органы МЧС России организуют поддержание техники, вооружения, агрегатов и специального оборудования в исправном (работоспособном) состоянии [1,2].

Все виды ремонта пожарных автомобилей, как правило, проводятся в подразделениях технической службы и специализированных организациях.

Отдельные ремонты, в порядке исключения, проводятся на заводах по ремонту автомобилей или в организациях, способных провести нужный ремонт и расположенных вблизи от пожарных частей.

Приемка поступающих в ремонт пожарных автомобилей и агрегатов производится представителем подразделения технической службы или специализированной организации в присутствии представителя подразделения ФПС и оформляется приемо-сдаточным актом. При сдаче в ремонт пожарного автомобиля необходимо представить паспорт и формуляр со всеми данными о состоянии пожарного автомобиля на последний день его работы.

Пожарные автомобили, за исключением аварийных, сдаются в ремонт на ходу, полностью укомплектованными, чистыми, но без пожарного оборудования и пожарных устройств и шоферского инструмента.

Запрещается перед отправкой пожарных автомобилей в ремонт заменять их агрегаты и детали на другие, пришедшие в негодное состояние.

Отремонтированные пожарные автомобили или агрегаты сдаются представителем подразделения технической службы или специализированной организации представителю подразделения ФПС в соответствии с техническими условиями.

При замене в процессе ремонта номерных агрегатов их номера указываются в акте сдачи (выдачи) автомобиля (агрегата).

При приемке пожарных автомобилей из ремонта представитель подразделения ФПС совместно с представителем подразделения технической службы или специализированной организации производит наружный осмотр, испытание пробегом до 5 км и работой пожарного насоса с открытого водоема в течение 30 мин. При обнаружении каких-либо неисправностей или отклонений от технических требований или заводских инструкций ремонтные мастерские обязаны устранить их.

В период гарантийного срока ремонтные мастерские обязаны заменить все детали, узлы и агрегаты, выбывшие из строя, если поломка и износ вызваны применением несоответствующего или недоброкачественного материала, неправильной обработкой, сборкой, регулировкой деталей, узлов, агрегатов и т. п.

Приемка отремонтированного пожарного автомобиля (агрегата) оформляется приемо-сдаточным актом, причем в формуляре представителем подразделения технической службы или специализированной организации делается запись о виде ремонта и о проверке пожарного насоса на производительность.

Руководитель подразделения технической службы или специализированной организации несет ответственность за качество выполненных работ по техническому обслуживанию и ремонту.

Перед постановкой на боевое дежурство пожарный автомобиль подвергается:

- после капитального ремонта – пробегу 400 км и работой специальных агрегатов продолжительностью 2 часа;

- после среднего и текущего ремонтов (с заменой или при капитальном ремонте одного из основных агрегатов) – пробегу 150 км и работе специального агрегата продолжительностью до 2 часов [3].

Однако на сегодняшний день в системе МЧС России отсутствуют единые требования для сдачи автомобильной, пожарной и специальной техники и их основных агрегатов в специализированные организации по техническому обслуживанию и ремонту.

В целях совершенствования работ в области ремонта и технического обслуживания автомобильной, пожарной и специальной техники, их основных агрегатов, необходимо разработать единые инструкции на сдачу в ремонт и выдачу из ремонта автомобильной, пожарной и специальной техники и их основных агрегатов.

Настоящая инструкция определит требования на ремонтируемые пожарные автомобили и их основные агрегаты, сдаваемые в ремонт и выдаваемые из ремонта, а также порядок сдачи их в ремонт и выдачи из ремонта.

Инструкция дополнит «Инструкцию по организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» [3] и «Положение об организации ремонта, нормах наработки (сроках службы) до ремонта и списания техники, вооружения, агрегатов, специального оборудования и имущества в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» [4] в части требований по проведению ремонта пожарных автомобилей и их основных агрегатов – организации сдачи их в ремонт и выдачи из ремонта.

Данная инструкция включит в себя требования к изделиям и их основным агрегатам, сдаваемые в ремонт и к отремонтированным изделиям и их составным частям, гарантии ремонтного предприятия после проведения ремонта. Определит единый порядок сдачи и выдачи изделия и их составных частей в ремонт и из ремонта [5].

В результате обоснованные предложения по разработке единых инструкций на сдачу в ремонт и выдачу из ремонта автомобильной, пожарной и специальной техники, их основных агрегатов» позволит повысить эффективность организации работ в области технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 13 июня 2012 г. № 581 «О лицензировании разработки, производства, испытания, установки, монтажа, технического обслуживания, ремонта, утилизации и реализации вооружения и военной техники».

2. Приказ МЧС России от 21 декабря 2012 г. № 789 «Об утверждении критериев и порядка осуществления ремонта не находящейся в ведении МЧС России специальной техники».

3. Приказ МЧС России №555 от 18.09.2012 года «Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

4. Приказ МЧС России от 25.11.2016 № 624 «Об утверждении Положения об организации ремонта, нормах наработки (сроках службы) до ремонта и списания техники, вооружения, агрегатов, специального оборудования и имущества в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

5. Научно-обоснованные предложения по разработке единых технических условий на сдачу в ремонт и выдачу из ремонта автомобильной, пожарной и специальной техники, их основных агрегатов: отчет о НИР / Алешков М.В., Рожков А.В., Сорокоумов В.П., Саламатов А.Г. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2017. – 60 с.

УДК 614.846.6

В. П. Сорокоумов, А. Г. Саламатов
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

ИСПЫТАНИЯ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТА

В статье проанализированы выходы из строя пожарно-аварийной и спасательной техники при ликвидации чрезвычайных ситуаций и проведения капитальных ремонтов пожарной техники подразделений пожарной охраны. После проведения различных видов ремонта предложено проводить ускоренные испытания пожарно-аварийной и спасательной техники, в целях экономии бюджетных средств.

Ключевые слова: пожарно-аварийная и спасательная техника, пожарная техника, техническое обслуживание, ремонт, обкатка, ускоренные испытания, коэффициент ускорения, надежность.

V. P. Sorocoumov, A. G. Salamatov

TESTING OF FIRE ENGINE AFTER REPAIR

The article analyzes the outages of the fire-emergency and rescue equipment during the liquidation of emergency situations and the overhaul of firefighting equipment by fire protection units. After carrying out various types of repairs, it is proposed to conduct accelerated tests of fire-fighting and rescue equipment, in order to save budget funds.

Keywords: fire and rescue equipment, firefighting equipment, maintenance, repair, running, accelerated testing, acceleration factor, reliability.

После перехода в 2002 году ведомственной принадлежности подразделений пожарной охраны из МВД в МЧС России и возложения на пожарную охрану функций

по реагированию на чрезвычайную ситуацию (ЧС) система технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) пожарных автомобилей (ПА) не претерпела принципиальных изменений. После 2002 года на пожарные подразделения было возложено выполнение работ, которые ранее были не свойственны пожарным подразделениям или выполнялись ими лишь эпизодически. Например, появились достаточно частые перегоны пожарной техники на большие расстояния от места дислокации до мест крупных пожаров или масштабных ЧС с последующей интенсивной работой в стационарных условиях. Это привело к существенному изменению характера работ, выполняемой пожарной техникой, и, как следствие, к изменению структуры отказов ПА. Такие изменения должны были вызвать преобразование или, по крайней мере, существенную корректировку системы поддержания пожарной техники в постоянной технической готовности в новых эксплуатационных условиях. Однако этого не произошло, все изменения в нормативно-правовых документах по эксплуатации пожарных автомобилей свелись к попытке создания симбиоза между нормативными требованиями, которые существовали при принадлежности пожарных подразделений к структуре МВД, и нормативными требованиями по эксплуатации военной техники.

Фактически с 2002 года в МЧС России не сформулирована новая парадигма организации ТО и Р пожарной техники, а идет поиск компромисса между традиционной системой эксплуатации ПА и системой эксплуатации военной техники. Считалось, что такой подход приспособит систему технической эксплуатации пожарной техники к новым условиям использования, избавит ее от недостатков системы эксплуатации, сложившейся в МВД, позволит учесть изменение характера работ, выполняемых при ликвидации ЧС, и принесет преимущества системы эксплуатации военной техники [1, 2]. Однако, по мнению авторов статьи, такой подход привел к разбалансированию годами отработанной системы эксплуатации пожарной техники, изложенной в нормативном документе «Наставление по технической службе государственной противопожарной службы МВД России» [3]. Стремление использовать при организации эксплуатации пожарной техники принципы, которые хорошо себя зарекомендовали при эксплуатации военной техники, породило массу проблем, которые связаны с принятием и реализацией Приказа МЧС России от 18.09.2012 № 555 [4].

Эти проблемы явились следствием того, что ПА эксплуатируются при режимах отличающихся, как от режимов эксплуатации автотранспортных средств, так и от режимов эксплуатации транспортных средств военной техники. Наиболее полно эти различия проявляются при следующих режимах эксплуатации: в режиме ежедневной проверки технического состояния ПА при смене караула; в режиме выезда и движения ПА к месту вызова с непрогретыми двигателями внутреннего сгорания и агрегатами базового шасси; в интенсивном режиме следования к месту вызова с малым расстоянием выезда, частыми торможениями и маневрами; в большом количестве режимов маневрирования с малыми радиусами поворота на месте пожара при расстановке пожарной техники; в смене кратковременных и продолжительных режимов работы в стационарных условиях при неравномерных нагрузочных и температурных циклах. Различия в режимах эксплуатации приводят к более интенсивному изменению параметров технического состояния ПА.

Согласно официальным данным Всероссийского сбора по подведению итогов деятельности единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, выполнения мероприятий гражданской обороны в 2014 и 2015 гг. количество крупномасштабных чрезвычайных ситуаций и пожаров повышаются,

годовые выезды и нормы наработки пожарно-аварийной и спасательной техники из года в год растут, следовательно, технические обслуживания, средний и капитальный ремонты увеличиваются. Периодичность технического обслуживания техники и нормы пробега пожарных автомобилей и моторесурс их основных агрегатов до капитального ремонта остаются прежними [4]. Динамика технического обслуживания, средних и капитальных ремонтов в связи с увеличением количества крупномасштабных чрезвычайных ситуаций и пожаров выйдет за пределы.

Проанализировав ранее обобщенную информацию с Южного и Дальневосточного региональных центров МЧС России об организации материально-технического обеспечения сил и средств МЧС России при ликвидации наводнений в г. Крымск, Краснодарского Края, в муниципальном образовании Новомихайловского городского поселения, Туапсинского района, Краснодарского края и на Дальнем Востоке в Амурской области, Еврейской автономной области и Хабаровском крае, анализ показал, что при ликвидации последствий чрезвычайных последствий из привлекаемой 339 единиц пожарной техники 230 единиц пожарно-аварийной и спасательной техники из за интенсивной работы вышли из строя [6,7,8].

Для организации работы по восстановлению и ремонту пожарно-аварийной и спасательной техники в районе чрезвычайной ситуации была организована работа выездных бригад пожарно-технических центров.

Для проведения обкатки пожарной техники после проведения ремонта потребовалось затрат денежных средств 603750 рублей.

$$Z_{\text{Тоб.}} = L_{\text{ср.тек.}} * P * 230,$$

где $L_{\text{ср.тек.}}$ – средний расход топлива для проведения обкатки после среднего и текущего ремонтов ($150+50*t$), л.;

P – средняя стоимость топлива за 1 литр, руб.

Ремонт представляет собой комплекс операций по восстановлению работоспособного состояния пожарных автомобилей и обеспечению их безотказной работы. Он может выполняться по потребности или после определенного пробега. В соответствии с назначением и характером выполняемых работ ремонт пожарных автомобилей подразделяется на следующие виды:

для автомобилей – текущий, средний, капитальный;

для агрегатов – текущий, капитальный.

Отремонтированный пожарный автомобиль (агрегат) подвергается диагностированию (при наличии поста диагностики) или испытаниям:

пожарный автомобиль – пробегу 2 – 5 км;

агрегат – работе продолжительностью 0,5 часа.

Перед постановкой на боевое дежурство пожарный автомобиль подвергается:

после капитального ремонта – пробегу 400 км и работой специальных агрегатов продолжительностью 2 часа;

после среднего и текущего ремонтов (с заменой или при капитальном ремонте одного из основных агрегатов) – пробегу 150 км и работе специального агрегата продолжительностью до 2 часов [4].

Согласно плану капитальных ремонтов вооружению, военной и специальной техники региональных центров и спасательных воинских формирований центрального подчинения МЧС России на 2015 год составило 131 капитальный ремонт [9].

Для проведения обкатки пожарной техники после капитального ремонта в 2015 году потребовалось затрат денежных средств 687750 рублей.

$$Z_{\text{Тоб.}} = L_{\text{кап.}} * P * 131,$$

где $L_{\text{кап.}}$ – средний расход топлива для проведения обкатки после капитального ремонта $(400+50*t)$, л.;

P – средняя стоимость топлива за 1 литр, руб.

Чтобы уменьшить затраты денежных средств на проведение обкатки пожарной техники после текущего, среднего и капитального ремонта необходимо проводить ускоренные испытания на надежность. Ускоренными называются испытания, методы и условия проведения которых обеспечивают получение необходимого объема информации в более короткий срок, чем в предусмотренных условиях и режимах эксплуатации. Основной характеристикой ускоренных испытаний является коэффициент ускорения. Коэффициент ускорения — это число, показывающее, во сколько раз продолжительность ускоренных испытаний меньше продолжительности испытаний, проведенных в предусмотренных условиях и режимах эксплуатации (нормальных испытаний) [10]. Ускоренные испытания в нормальном режиме достигают уплотнением рабочих циклов или экстраполяцией по наработке. Уплотнение рабочих циклов осуществляют за счет:

- сокращения перерывов в работе;
- исключения холостых ходов;
- устранения простоев;
- сокращения времени на вспомогательные работы;
- исключения нерабочих климатических периодов.

Необходимым условием применения принципа уплотнения рабочих циклов является отсутствие влияния исключения перерывов в работе на интенсивность процессов, приводящих к отказам [11].

Коэффициент ускорения испытаний при уплотнении циклов:

$$K_1 = \frac{M(C_{N,N})}{M(C_{N,N}^*)},$$

где $C_{N,N}$ и $C_{N,N}^*$ - срок службы N -го объекта в выборке объема N , упорядоченной по возрастанию, при нормальных и ускоренных испытаниях, соответственно;

M - оператор математического ожидания.

Коэффициент пересчета показателей надежности, выраженных через календарную продолжительность, определяют по методу равных вероятностей (рис. 1), который заключается в следующем. На стадии предварительных исследований берут две случайные выборки из одной и той же партии изделий. Одна из них испытывается в нормальных условиях, другая - в режиме ускоренных испытаний. В процессе испытаний фиксируются моменты отказа изделий. По полученным экспериментальным данным находится функция $K_{1,p}$ (рисунок) как геометрическое место точек, соответствующих равным квантилям p . Чтобы убедиться, что функция $K_{1,p}$ будет инвариантом производства, необходимо повторить эксперимент на нескольких партиях. При наличии функции $K_{1,p}$ результаты ускоренных испытаний любой другой выборки приводятся к нормальным условиям.

Если же показатель надежности подсчитывают по наработке, то коэффициент пересчета равен единице [12].

Пересчет показателей надежности по методу равных вероятностей:

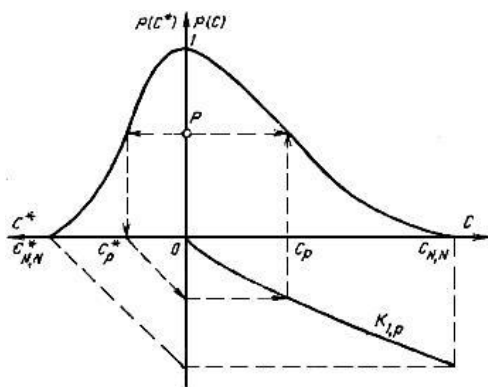


Рисунок. C и C^* - срок службы при нормальных и ускоренных испытаниях, соответственно; P - вероятность не достижения предельного состояния; $K_{1,P}$ - функция пересчета

В настоящее время в МЧС России выполняются мероприятия по сокращению текущих расходов и повышению эффективности деятельности, в связи с чем, чтобы сократить расходы денежных средств и сроки проведения обкатки пожарно-аварийной и спасательной техники считается целесообразным проводить ускоренные испытания пожарных автомобилей, которые позволят повысить надежность, так как из-за отсутствия финансирования, не всегда предоставляется возможность проведения обкатки пожарных автомобилей после среднего и капитального ремонтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России от 05.04.1996 №226 «О введении в действие Положения об организации войскового ремонта вооружения и техники в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».
2. Приказ МЧС России от 31.01.96 №52 «О введении в действие Руководства о порядке использования автомобильной техники в войсках и силах МЧС России».
3. Приказ МВД России от 24.01.1996 №34 «Об утверждении Наставления по технической службе государственной противопожарной службы МВД России».
4. Приказ МЧС России от 18.09.2012 №555 «Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».
5. Сборник материалов Всероссийского сбора по подведению итогов деятельности единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, выполнения мероприятий гражданской обороны в 2014 году и постановке задач на 2015 год.
6. Анализ организации материально-технического обеспечения сил и средств МЧС России при ликвидации ЧС в муниципальном образовании Новомихайловского городского поселения, Туапсинского района, Краснодарского края / Главное управление МЧС России по Краснодарскому краю. – Краснодар, 2012. – 6 с. – Неопубл. материалы.
7. Анализ организации материально-технического обеспечения сил и средств МЧС России при ликвидации ЧС в г. Крымск, Краснодарского края / Главное управление МЧС России по Краснодарскому краю. – Краснодар, 2012. – 7 с. – Неопубл. материалы.
8. Анализ организации материально-технического обеспечения сил и средств МЧС России при ликвидации ЧС на Дальнем Востоке в Амурской области, Еврейской автономной

области и Хабаровском крае / ДВРЦ ЮРЦ МЧС России. – Хабаровск, 2013. – 9 с. – Неопубл. материалы.

9. План капитальных ремонтов вооружению, военной и специальной техники региональных центров и спасательных воинских формирований центрального подчинения МЧС России на 2015 год.

10. *Рыжкин А.А., Слюсарь Б.Н., Шучев К.Г.* Основы теории надежности: Учеб. пособие. - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ. 2002. - 182 с.

11. ГОСТ Р 51372-99 «Методы ускоренных испытаний на долговечность и сохраняемость при воздействии агрессивных и других специальных сред для технических изделий, материалов и систем материалов» (утв. Постановлением Госстандарта России от 29 ноября 1999 № 442-ст).

12. Методические указания: «Надежность в технике. Ускоренные испытания. Основные положения». РД 50-424-83.

УДК 614.846.6

В. П. Сорокоумов, А. Г. Саламатов
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

ГАРАНТИЙНЫЕ СРОКИ И НАРАБОТКА ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В статье были проанализированы нормативные и распорядительные документы МЧС России, нормативно-техническая документация в области технической службы пожарных автомобилей и предложены гарантийные наработки после проведения различных видов ремонта пожарных автомобилей, в связи с их отсутствием.

Ключевые слова: пожарно-аварийная и спасательная техника, пожарная техника, техническое обслуживание, ремонт, наработка.

V. P. Sorokoumov, A. G. Salamatov

WARRANTY TERMS AND PROCESSING OF REPAIRED FIRE TRUCKS

The article analyzes the normative and administrative documents of EMERCOM of Russia, normative and technical documentation in the field of technical service of fire trucks and offers warranty developments after carrying out various types of repair of fire trucks, due to their absence.

Keywords: fire and rescue equipment, firefighting equipment, maintenance, repair, operating time.

Накопленный опыт эксплуатации пожарной, автомобильной и специальной техники, постоянное совершенствование их конструкции заводами-изготовителями позволяет сделать достаточно объективные выводы о высокой их надежности.

Надежная работа машин и их составных частей, кроме шин и аккумуляторных батарей, гарантируется заводами-изготовителями.

Гарантийные сроки начисляются:

- при получении автомобиля непосредственно на заводе-изготовителе – с момента передачи автомобиля потребителю;
- при доставке потребителю автомобилей железнодорожным или водным транспортом – со дня отгрузки с завода, не считая времени нахождения в пути следования к месту назначения.

В течении гарантийного срока завод-изготовитель безвозмездно производит замену всех деталей, узлов и агрегатов, преждевременно вышедших из строя по вине завода.

При эксплуатации автомобилей с нарушениями заводской инструкции и внесении каких-либо конструктивных изменений в них без согласования с заводом-изготовителем рекламации последним не принимаются и не рассматриваются.

Согласно приказу МЧС России от 30.03.2016 № 157 «О потребности в моторесурсах транспортных средств и специальной техники в системе МЧС России» объемы годовой потребности в моторесурсах транспортных средств и специальной техники в системе МЧС России определены [1,2,3]:

- 1) Для основных пожарных автомобилей учреждений и организация МЧС России – 7000 км (для гг. Москва и Санкт-Петербург – 12000 км);
- 2) Для специальных пожарных автомобилей учреждений и организаций МЧС России – 4000 км (для гг. Москва и Санкт-Петербург – 7000 км).

В исполнение Федерального закона РФ от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» специализированные организации по техническому обслуживанию и ремонту пожарной техники вправе определять гарантийную наработку отремонтированной техники [4].

Анализ нормативных и распорядительных документов МЧС России, нормативно-технической документации в области технической службы автомобилей и т.п., показал, что конкретная гарантийная наработка после проведения различных видов ремонта пожарных автомобилей отсутствует.

По официальным данным ПАО «КамАЗ» гарантийная наработка отремонтированной техники на шасси КамАЗ (после капитального ремонта) составляет 6 месяцев или 10 тыс. км.

Согласно приказу МЧС России от 25.11.2016 № 624 «Об утверждении Положения об организации ремонта, нормах наработки (сроках службы) до ремонта и списания техники, вооружения, агрегатов, специального оборудования и имущества в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» норма наработки до списания основного пожарного автомобиля легкого типа (неполноприводного) составляет 350 тыс. км. или сроком службы 13 лет. Полгода гарантийного срока отремонтированной техники составляет 3,8% от срока службы пожарного автомобиля. Исходя из этого гарантийная наработка после проведения капитального ремонта (КР) должна составлять 13,3 тыс. км. Соответственно после первого среднего ремонта (СР-1) 7,315 тыс. км, а после второго среднего ремонта (СР-2) 6,65 тыс. км. Аналогично гарантийная наработка после проведения различных видов ремонта остальных пожарных автомобилей представлена в таблице [5,6].

Гарантийная наработка после проведения различных видов ремонта пожарных автомобилей позволит выявить в гарантийный период возможные нарушения (отказы, дефекты деталей) отремонтированных пожарных автомобилей (сборочных операций) и тем самым повысит оперативную готовность и сократит сроки проведения ремонтов пожарных автомобилей.

Таблица. Гарантийный объем наработки образцов техники, прошедших ремонт

Марка образца техники	Ед. изм.	Наработка до ремонта/Гарантийная наработка после ремонта						Наработка до списания (общий пробег)	Срок службы, лет
		СР-1	После СР-1	КР	После КР	СР-2	После СР-2		
Пожарные автомобили									
Пожарные автомобили основные, автолестницы и автоподъемники									
Легкого типа неполноприводные	тыс. км.	132	7,315	220	13,300	285	6,650	350	13
Среднего типа неполноприводные	тыс. км.	150	7,135	250	13,300	300	6,650	350	13
Тяжелого типа неполноприводные	тыс. км.	150	8,360	250	15,200	325	7,600	400	13
Легкого типа полноприводные	тыс. км.	108	5,225	180	9,500	215	4,750	250	13
Среднего типа полноприводные	тыс. км.	114	6,270	190	11,400	245	5,700	300	13
Тяжелого типа полноприводные	тыс. км.	114	6,270	190	11,400	245	5,700	300	13
Пожарные автомобили специальные (кроме автолестниц и автоподъемников)									
Легкого типа неполноприводные	тыс. км.	138	6,490	230	11,800	290	5,900	350	15
Среднего типа неполноприводные	тыс. км.	156	6,873	260	12,495	305	6,248	350	14
Тяжелого типа неполноприводные	тыс. км.	156	7,854	260	14,280	330	7,140	400	14
Легкого типа полноприводные	тыс. км.	114	5,105	190	9,282	225	4,641	260	14
Среднего типа полноприводные	тыс. км.	120	6,087	200	11,067	255	5,534	310	14
Тяжелого типа полноприводные	тыс. км.	120	6,087	200	11,067	255	5,534	310	14
Специальные пожарные экспертно-криминалистические лаборатории (СПЭКЛ)	тыс. км.	108	5,225	180	9,5	215	4,750	250	13
Пожарные автолаборатории	тыс. км.	108	5,225	180	9,5	215	4,750	250	13

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России от 30.03.2016 № 157 «О потребности в моторесурсах транспортных средств и специальной техники в системе МЧС России».
2. Приказ МЧС России от 18.09.2012 № 555 «Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».
3. Приказ МЧС России от 25.11.2016 № 624 «Об утверждении Положения об организации ремонта, нормах наработки (сроках службы) до ремонта и списания техники, вооружения, агрегатов, специального оборудования и имущества в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».
4. Федеральный закон РФ от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
5. Научно-обоснованные предложения по разработке единых технических условий на сдачу в ремонт и выдачу из ремонта автомобильной, пожарной и специальной техники, их основных агрегатов: отчет о НИР / Алешков М В., Рожков А.В., Сорокоумов В.П., Саламатов А.Г. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2017. – 60 с.
6. *Сорокоумов В.П., Саламатов А.Г.* Испытания пожарной техники после проведения ремонта // Научный журнал «Вестник Кокшетауского технического института КЧС МВД Республики Казахстан». – 2017 №4. – С. 66-68.

УДК 614.843.3

А. А. Суконщиков, П. В. Пучков

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ РУКАВНЫХ ГОЛОВОК

В данной статье пойдет речь о новом техническом решении, направленном на повышение долговечности силуминовых соединительных рукавных головок, соединяющих напорные пожарные рукава. Долговечность металлических деталей обеспечивается за счет установки резинового буфера, защищающего детали от ударных нагрузок.

Ключевые слова: соединительная рукавная головка, буфер резиновый, силумин, ударные нагрузки.

A. A. Sukonshchikov, P. V. Puchkov

NEW TECHNICAL SOLUTIONS FOR IMPROVING THE DURABILITY OF CONNECTING HOSE HEADS

In this article we will talk about a new technical solution aimed at increasing the durability of silumin-connecting hose assemblies connecting pressure fire hoses. Durability of metal parts is ensured by installing a rubber buffer, which protects the parts from impact loads.

Keywords: connecting sleeve head, rubber buffer, silumin, shock loads.

Пожары в современных условиях являются одной из главных опасностей человечества, наносящей огромный материальный ущерб экономике, жизни и здоровью людей. Важнейшей оснасткой при тушении пожара являются пожарные рукава, по которым транспортируются огнетушащие средства. Находящиеся в пожарном подразделении в эксплуатации пожарные рукава должны быть в исправном состоянии. Исправное состояние пожарных рукавов является залогом успеха при ликвидации пожара. Однако, при тушении пожара пожарные рукава подвергаются механическим воздействиям, в результате которых происходит повреждение рукава, что влечет снижение количества или прекращение подачи в зону горения огнетушащих веществ, увеличение времени тушения и материального ущерба от пожара. К одному из видов повреждений пожарных рукавов относится механическое повреждение соединительных рукавных головок. Соединительные рукавные головки – это крепежный элемент для соединения различных напорных, всасывающих рукавов, пожарных рукавов и пожарного оборудования (см. рис. 1).

Соединительные рукавные головки (ГР и ГРВ) (см. рис. 1) состоят из втулки 1, несущей в канавке торцевой кромки уплотняющее резиновое кольцо 2 (типа КВ – для всасывающих головок и КН – для напорных головок), и обоймы 4 свободно надетой на втулку. На обойме отлиты два клыка 3 и наружная спиральная наклонная площадка, с помощью которых соединяются две головки и достигается их уплотнение. Рукавные головки навязывают на концы пожарных рукавов соответствующего диаметра.

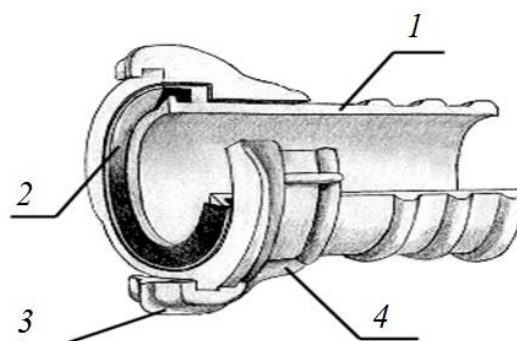


Рис. 1. Соединительная рукавная головка:
1 – втулка; 2 – уплотняющее резиновое кольцо; 3 – клык; 4 – обойма

Основная задача соединительной рукавной головки соединять различные системы напорные или всасывающие пожарные рукава между собой.

Для изготовления соединительных рукавных головок применяют латунь, сталь, бронзу либо сплавы алюминия. Наибольшую популярность за удобство соединения, неприхотливость в эксплуатации, длительный срок эксплуатации при невысокой цене получили соединительные рукавные головки Богданова. Богдановские соединительные головки имеют меньший вес, за счёт использования для их изготовления сплавов из алюминия. Так как соединительные головки имеют сложную фасонную форму, то её изготавливают методом литья. Литейные сплавы на основе алюминия называются силуминами. Силумины – это сплавы на основе алюминия и кремния. Основными достоинствами силумина являются: легкий вес; устойчивость к коррозии; низкая стоимость. Однако у силумина есть один недостаток – хрупкость. Поэтому нередко при эксплуатации пожарных рукавов происходит разрушение клыков силуминовых соединительных рукавных головок. Это связано с тем, что они плохо поглощают ударные нагрузки и поэтому разрушаются.

Проблему долговечности пожарных соединительных головок можно решить следующим способом. Чтобы уберечь соединительные головки от ударных нагрузок на втулку соединительной рукавной головки можно закрепить резиновый буфер.

Предлагаемая конструкция резинового буфера для защиты от ударных нагрузок соединительных головок пожарных рукавов представлена на рис. 2.

Требования предъявляемые к конструкции резинового буфера: малый вес; легкость установки, эластичность, упругость. На рис. 3 представлено соединение двух пожарных рукавов с помощью соединительных головок с резиновыми буферами. Резиновые буферы должны быть установлены на втулку соединительной головки так, чтобы не препятствовать соединению пожарных рукавов между собой.

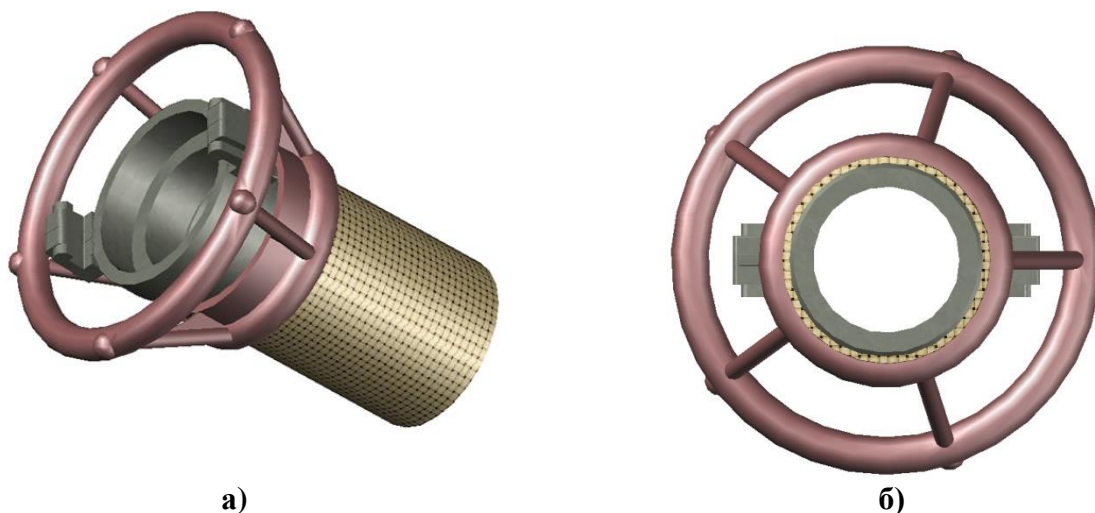


Рис. 2. Пожарная соединительная рукавная головка с резиновым буфером:
а – вид сбоку; б – вид спереди

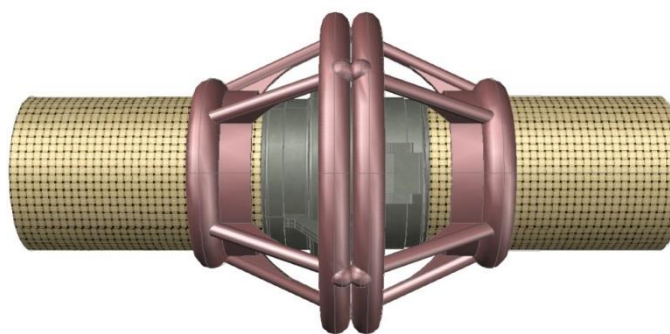


Рис. 3. Соединение пожарных рукавов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная техника: Учебник / Под ред. М.Д. Безбородько.-М.: Академия ГПС МЧС России, 2004.-550 с.
2. Пучков П.В., Легкова И.А., Иванов В.Е.. Повышение долговечности соединительных рукавных головок напорных рукавов Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново, 18 апреля 2017 г. / сост. В. Б. Бубнов. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – С.186-188

УДК 621.793.79

В. В. Терентьев, Д. Е. Краев

ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА имени Д.К. Беляева

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ТВЕРДОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Представлены результаты исследований влияния параметров электроискрового легирования на твердость поверхности нержавеющей стали. Нанесение покрытия Т15К6 позволяет повышать твердость поверхности в 2,12 раза. Отмечено, что повышение силы тока при обработке позволяет повысить толщину покрытия в 11 раз, при росте твердости поверхностного слоя в 1,65 раза.

Ключевые слова: машиностроение, упрочнение, ресурс, надежность, износ, твердость.

V. V. Terentyev, D. E. Kraev

STUDY OF THE EFFECT OF ELECTRICAL DISCHARGE TREATMENT ON THE SURFACE HARDNESS OF STAINLESS STEEL

The results of studies of the influence of the parameters of electro-spark alloying on the hardness of the stainless steel surface are presented. Coating T15K6 allows you to increase the hardness of the surface by 2.12 times. It is noted that the increase in the current during processing allows to increase the thickness of the coating by 11 times, with an increase in the hardness of the surface layer by 1.65 times.

Keywords: mechanical engineering, hardening, resource, reliability, wear, hardness.

Эффективная работа пожарного оборудования напрямую зависит от его технического состояния. В практике тушения пожаров используется разнообразное насосное оборудование. Валы центробежных насосов изготавливаются в основном из конструкционных сталей. В электронасосных центробежных скважинных агрегатах применяются резинометаллические подшипники. В местах контакта с подшипниками на валах установлены втулки из нержавеющей сталей 12X18H10T или 40X13. Как отмечают авторы [1, с.92) изнашивание поверхности роторной втулки носит абразивный характер.

При износе втулки и увеличении зазоров в сопряжении может ухудшаться работа всего насосного агрегата. Известно, что в условиях абразивного изнашивания значительную роль играет твердость поверхности. При увеличении твердости поверхностей трения повышается стойкость их к абразивному износу. Автор [2, с.84] отмечает, что при твердости металлической поверхности, превышающей 60% твердости абразива, износостойкость резко возрастает.

Таким образом, можно отметить, что износостойкость трущихся деталей во многом определяется прочностью их поверхностного слоя [3, с.110].

Одним из перспективных способов повышения износостойкости втулок насосных агрегатов является упрочнение их поверхности методом электроискрового легирования.

Электроискровое легирование происходит в процессе массопереноса с анода на катод в результате их электрического контакта. При этом образуется мостик сварки. Далее вследствие вибрации электрода, передаваемой с установки на электрод происходит разрыв контакта и часть материала с одного электрода переносится на другой.

В процессе электроискрового легирования поверхность электрода подвергается локальному действию высоких давлений и температур: давление ударной волны составляет $(2-7) \cdot 10^6$ Па, температура нагрева поверхностных микрообъемов достигает $(5-7) \cdot 10^3$ К., При этом высокая скорость теплоотвода приводит к тому, что в пределах небольшой толщины слоя (порядка нескольких или десятков микрометров) температура быстро падает до температур плавления и соответствующих фазовых превращений материалов. В результате этого в легированном слое интенсифицируются микрометаллургические процессы (диффузия, химическое взаимодействие), возникают также и фазовые превращения, что приводит к образованию крайне неравновесных структур с очень мелким зерном, высокой гетерогенностью по составу, структуре и свойствам [4, с. 27].

Целью настоящей работы являлось определение влияния на твердость стальной поверхности параметров работы установки для электроискрового легирования БИГ-1.

В качестве образцов для исследований использовались образцы 20x10x2 мм из стали 12X18Н10Т. На поверхности образцов наносилось покрытие из двухкарбидного твердого сплава Т15К6. Массовая доля основных компонентов в сплаве следующая: карбид вольфрама – 79%, карбид титана – 15%, кобальт – 6%.

Скорость нанесения покрытия на образцы составляла 0,5 мин/см². Исходя из ранее опубликованных работ [5, с.35] частота технологических импульсов при обработке принималась равной 250 Гц. После нанесения покрытия контролировалась масса образцов, толщина нанесенного слоя, а также твердость поверхности образцов.

Масса определялась с помощью аналитических рычажных весов ВЛР-200, твердость определялась прибором ТПП-2 алмазной пирамидой по ГОСТ 2999-75 «Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу», толщина покрытия определялась микрометром.

Нанесение покрытия осуществлялось на всех шести режимах работы установки. Результаты определения прироста массы образцов в зависимости от изменения режимов обработки представлены на рис. 1.

Полученные данные свидетельствуют о том, что с ростом силы тока увеличивается массоперенос с одного электрода на другой. Интенсификация процесса электроискрового легирования приводит к росту толщины наносимого покрытия.

Влияние силы тока на толщину наносимого покрытия представлено на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что рост силы тока приводит к росту толщины наносимого покрытия. При этом толщина покрытия возрастает в 11 раз при увеличении силы тока в 7-7,5 раз. Это происходит вследствие того, что с ростом силы тока происходит более интенсивный рост температуры электрода и ослабление межатомных связей в материале электрода. Следствием этого является более интенсивный перенос материала электрода на поверхность детали.

На рис. 3 представлена зависимость твердости поверхности от силы тока при обработке.

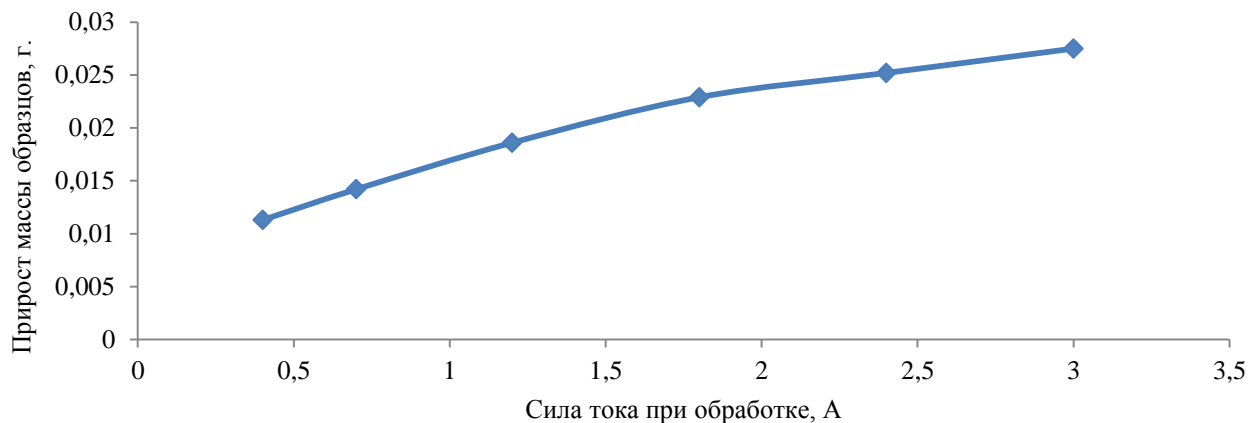


Рис. 1. Результаты определения прироста массы образцов в зависимости от силы тока при обработке

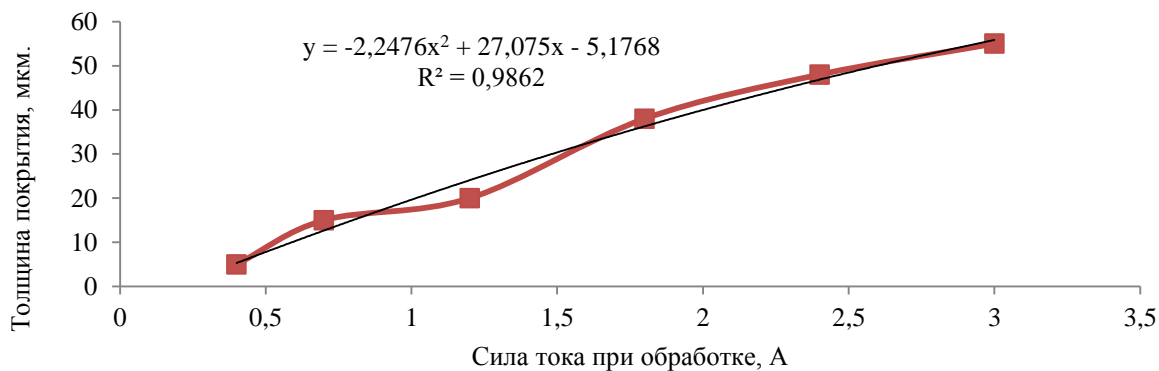


Рис. 2. Результаты определения толщины наносимого покрытия в зависимости от силы тока при обработке

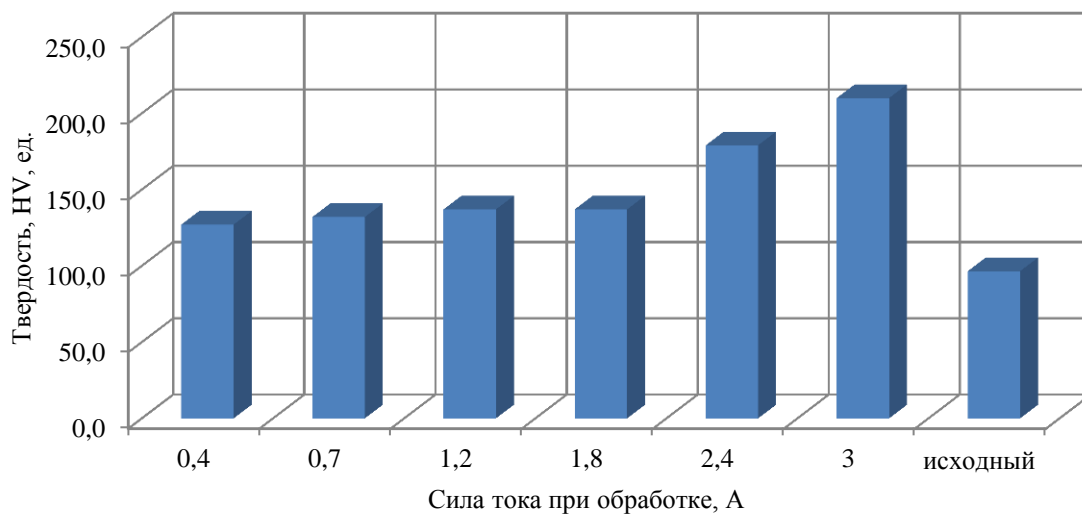


Рис. 3. Результаты определения твердости поверхности в зависимости от силы тока при обработке

Нанесение покрытия Т15К6 на поверхность нержавеющей стали позволяет повышать твердость поверхности в 1,32-2,12 раза в зависимости от режима обработки.

Увеличение силы тока при обработке приводит не только к росту толщины наносимого слоя, но и к росту твердости поверхностного слоя. При этом твердость увеличивается в зависимости от силы тока при обработке в 1,65 раза. Из представленных данных видно, что обработка нержавеющей стали сплавом Т15К6 при силе тока от 0,4 до 1,8 А (1-4 режим) приводит к незначительному росту твердости (на 7,3 %). Обработка поверхности при силах тока более 2 А позволяет значительно повышать твердость (в 1,41-1,65 раза).

Таким образом, обработка втулок электронасосных агрегатов электроискровым методом позволит снижать интенсивность их изнашивания в дальнейшем и повышать ресурс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Полетаев В.А., Пучков П.В.* Механические свойства деталей электронасосов, упрочненных нанесением металлизационного покрытия // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов /под. ред. В.В. Киселева, С.А. Никитиной.- Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2015. - 270 с.
2. *Гаркунов Д.Н.* Триботехника: Учебник для студентов вузов.- 2-е изд., перераб. И доп.- М.: Машиностроение, 1989.-328 с.
3. *Мельников В.Г., Терентьев В.В., Зарубин В.П.* Исследование влияния на микротвердость поверхности пар трения смазочных композиций, наполненных порошками силикатов. // Известия вузов. Химия и химическая технология, 2007, т.50, вып.1.С.110-111.
4. *Юрченко Е.В.* Технология получения упрочняющих наноструктурированных электроискровых покрытий на алюминиевых сплавах и их использование при восстановлении и ремонте деталей машин: дис. ... д-ра.техн. наук: 251.03/ Юрченко Евгений Владимирович.- Кишинев, 2016.- 183 с.
5. *Буйлов В.Н., Люляков И.В., Еременко В.С.* Влияние температуры электрода на толщину наносимых покрытий электроискровым способом // Научное обозрение, 2010, №6. С.34-38.

УДК 621

А. В. Топоров, Р. П. Перов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА НА КОЛЕСАХ РОБОТА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ВЪЕЗДА НА ЛЕСТНИЧНЫЙ МАРШ

В представленной статье рассматривается проблем подъема робототехнических колесных платформ на лестничный марш. Приведена качественная зависимость крутящего момента на колесах робота для от его основных массогабаритных характеристик.

Ключевые слова: лестничный марш, колесный робот, подъем, крутящий момент.

A. V. Toporov, R. P. Perov

THE DEFINITION OF TORQUE TO THE WHEELS OF THE ROBOT REQUIRED FOR ENTRY ON THE STAIRCASE

The article deals with the problem of lifting robotic wheeled platforms to the stairwell. The qualitative dependence of the torque on the wheels of the robot on its basic weight and size characteristics is given.

Keywords: stairway, wheel, hoist, torque.

Одной из важных задач, возникающих при конструировании робототехнических платформ является обеспечение их проходимости [1]. Актуальной задачей для роботов, применяемых в МЧС является движение внутри помещений и в частности, по лестничным маршам.

Существует множество конструкций робототехнических шасси использующих специальные устройства для подъема на ступени. Однако они значительно усложняют конструкцию изделия.

Наиболее простым с конструктивной точки зрения является платформа на колесном шасси, имеющем независимый привод на каждое колесо. Такая схема наиболее широко применяется в робототехнических платформах среднего и легкого класса.

Рассмотрим случай наезда колесного робота на препятствие (рисунок).

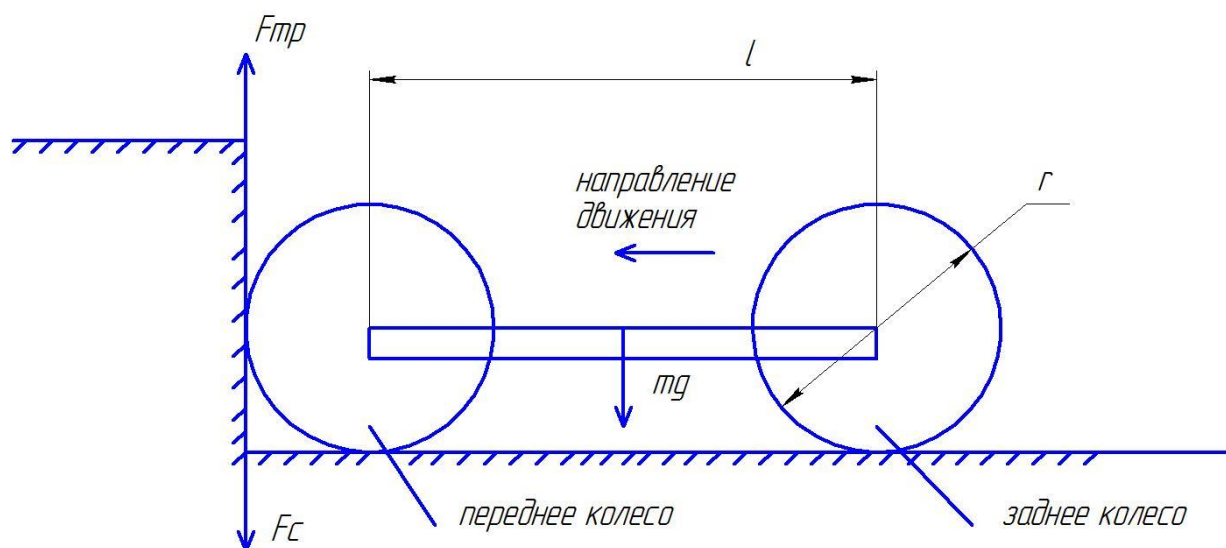


Рисунок. Кинематическая схема наезда колесного робота на препятствие

Платформа движется по направлению, указанному стрелкой до контакта с вертикальной поверхностью. Длина рамы обозначена как l , радиус колес r . Принимаем радиус колес одинаковым.

Что бы обеспечить отрыв переднего колеса от горизонтальной поверхности необходимо преодолеть силу тяжести робота. При этом, ее значение должно быть приведено к точке контакта переднего колеса с вертикальной поверхностью. Для этого запишем уравнение моментов относительно центра заднего колеса:

$$mg \cdot \frac{l}{2} - F_c \cdot (l + r) = 0, \quad (1)$$

где F_c – приведенная сила тяжести робота.

Без учета знаков выразим силу сопротивления F_c :

$$F_c = \frac{mg \cdot l}{2 \cdot (l + r)}. \quad (2)$$

Необходимым условием начала подъема колес является отсутствие проскальзывания, т.е сила трения передних колес о вертикальную часть $F_{тр}$ должна превосходить приведенную силу тяжести робота F_c .

Сила трения передних колес будет обеспечиваться за счет реакции поверхности в точках касания с колесом. Реакция поверхности здесь будет зависеть от силы создаваемой колесами робота. Однако, самым тяжелым будет случай когда передние колеса потеряли контакт с поверхностью. Здесь реакция будет обеспечиваться лишь за счет силы, создаваемой задними колесами. Принимая, что вертикальная и горизонтальная поверхности изготовлены из одного материала, запишем силу трения в зависимости от тягового усилия на заднем колесе (без учета знаков):

$$F_{тр} = F_T \cdot k, \quad (3)$$

где k – коэффициент трения.

Приравняв правые части уравнений 2 и 3 получим величину тягового усилия на заднем колесе:

$$F_T = \frac{mg \cdot l}{2 \cdot (l + r) \cdot k}. \quad (4)$$

Приняв значения величин входящих в уравнение 4, для робота среднего класса масса 30 кг, длина рамы 800 мм, радиус колес 150 мм, коэффициент трения резины по бетону 0.75 определим величину усилия на колесах, которое составит 168 Н. Если принять, что привод осуществляется на каждое колесо, с учетом радиус колеса возможно определить крутящий момент, который составит в данном случае 12 Нм.

Несмотря на то, что данная зависимость позволяет лишь качественно оценить требуемые для начала подъема по лестничной клетке усилия с ее использованием возможно качественно оценить силовые факторы, возникающие при преодолении роботом препятствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Luo, Z., Shang, J., Wei, G., and Ren, L.: Module-based structure design of wheeled mobile robot, Mech. Sci., 9, P. 103-121.

УДК 621

А. В. Топоров, С. С. Кузин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

В представленной статье рассматривается проблем коррозии резьбовых соединений, используемых в пожарной технике. Рассмотрены особенности их эксплуатации в различных условиях. Указана актуальность работы.

Ключевые слова: резьбовые соединения, пожарная техника, коррозия.

A. V. Toporov, S. S. Kuzin

FIRE EQUIPMENT THREADED CONNECTIONS CORROSION RESISTANCE IMPROVING

In the presented article the problem of corrosion of threaded connections used in fire engineering is considered. The features of their operation in different conditions are considered. The relevance of the work is indicated.

Keywords: threaded connections, fire equipment, corrosion.

Резьбовые соединения применяются во всех отраслях промышленности, практически в любом оборудовании. Машины, механизмы, инструменты работают в самых различных условиях, поэтому на резьбовые соединения воздействует широкий диапазон нагрузок и температур. Они подвергаются действию влаги, пыли, агрессивных факторов окружающей среды и т.д. Очевидно, что не существует универсального смазочного материала, удовлетворяющего всем возможным требованиям [1, 2]. Выбор резьбовой смазки необходимо осуществлять исходя из конструкции и условий работы конкретного соединения.

Резьбовые соединения обычной точности не являются герметичными – жидкость или газ беспрепятственно просачиваются по виткам резьбы. Это приводит к коррозии, затрудняющей демонтаж соединения, и возможным его повреждениям.

Установка прокладок под гайки не обеспечивает необходимой герметичности. В этой ситуации смазочный материал, нанесенный предварительно до сборки на резьбу и выполняя уплотняющую и защитную функции, герметизирует соединение и предотвращает коррозию. Часто для защиты крепежа от коррозии применяют цинкование. Опустим здесь экологический аспект такого решения. Оцинкованные болты хорошо защищены от коррозии. Однако пара трения цинк-цинк имеет очень высокий коэффициент трения и склонна к задирам. Поэтому при монтаже таких соединений должен быть применен специальный смазочный материал.

При эксплуатации резьбовых соединений в условиях экстремально высоких температур (600 °С и более) к смазочным материалам предъявляются особые требования. Они не должны содержать таких металлов как свинец и цинк. Эти вещества

плавятся при относительно низких температурах и, проникая по границам зерен, диффундируют в резьбовую поверхность, вызывая ее охрупчивание и образование трещин. Эти процессы протекают более интенсивно при действии дополнительных напряжений от внешних сил в материале болта. Кроме того, нужно учитывать, что сборку резьбовых соединений производят при нормальной температуре. Если резьбовое соединение после сборки работает при повышенных температурах, то при различных материалах болта и соединяемых деталей, когда температурная деформация болта меньше температурной деформации деталей, резьбовое соединение испытывает дополнительные (температурные) напряжения.

При использовании резьбовых соединений из жаростойких сплавов с никелем смазочный материал для них не должен содержать серу, фтор, хлор и некоторые другие элементы, которые присутствуют в обычных смазочных материалах. В таких сплавах они образуют такие соединения с никелем, которые приводят к появлению внутренних напряжений в материале и образованию трещин. Это может привести к внезапному разрушению резьбового соединения и стать причиной аварии. Поэтому обычные смазочные материалы недопустимо применять для смазки деталей резьбовых соединений, изготовленных из сплавов с никелем.

Детали механизмов и систем пожарных автомобилей находятся в контакте с внешней средой, отработавшими газами двигателей, огнетушащими веществами, эксплуатационными материалами. Металлы деталей и систем не всегда нейтральны относительно друг друга. По этой причине может происходить необратимое изменение состояния металлических поверхностей, их разрушение. Разрушение металлов под влиянием воздействия на них сред, с которыми они находятся в контакте, называют коррозией. В зависимости от среды, вызывающей коррозию, она может быть жидкостной, газовой, атмосферной. Однако по механизму протекания коррозионных процессов различают химическую и электрохимическую коррозию.

Разъемные соединения пожарной техники (рисунки), в которых используются гайки, винты, болты, шпильки, ходовые винты и т.д., работают в тяжелых условиях, таких как: повышенная влажность, грунтовая загрязненность, при высокие температуры и агрессивные среды, в результате чего резьбовые соединения теряют свою подвижность. Основной причиной потери подвижности резьбовых соединений является окисление и деформация витков резьбы. Чтобы повысить коррозионную стойкость резьбовых соединений, известны следующие способы защиты поверхности резьбы: оксидирование (оцинковка), пассивация поверхности ингибиторами коррозии, смазка твердыми и жидкими смазочными материалами и др.



Рисунок. Коррозия резьбового соединения элемента подвески пожарного автомобиля

Данные способы защиты поверхности не являются универсальными [3, 4], а для резьбовых соединений, предназначенных для работы в особо тяжелых условиях, мало пригодны. Поэтому в данной работе предложен один из вариантов решения проблемы надежности резьбовых соединений при работе в тяжелых условиях. Надежность резьбовых соединений обеспечивается за счет принудительного удерживания смазочного материала на контактных поверхностях трения витков резьбового соединения, в качестве которой выбрана магнитоуправляемая жидкость. Удерживаемая постоянным

магнитным полем, магнитоуправляемая жидкость уменьшает трение в резьбовом соединении и препятствует попаданию в резьбовое соединение инородных сред.

Таким образом, повышение эксплуатационных параметров, надёжности и долговечности резьбовых соединений пожарной техники, предназначенных для работы в тяжелых условиях, – один из путей повышения надёжности и срока службы, безотказной работы дорогостоящих аппаратов и механизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Повышение надёжности пожарной техники применением модернизированных смазочных материалов Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2010. № 3. С. 24-28.

2. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Повышение надёжности и работоспособности пожарной техники применением новых смазочных композиций Пожаровзрывобезопасность. 2010. Т. 19. № 2. С. 50-53.

3. Пучков П.В., Маслов А.В., Топоров А.В., Мусеев Ю.Н. Повышение надёжности резьбовых соединений подвески пожарных автомобилей Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2015. № 3 (16). С. 19-24.

4. Пучков П.В., Топоров А.В., Киселев В.В. Разработка конструкции трибологически безопасного резьбового соединения Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2012. № 1. С. 28-31.

УДК 621

*А. В. Топоров**, *С. П. Данилов***

* ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

** ООО «Кохомский лен»

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ ПРИ РЕМОНТЕ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В представленной статье приведен пример изготовления детали для ремонта оборудования с использованием технологии трехмерной печати. Указаны достоинства технологии 3D печати при восстановлении устройств, запасные части для которых в настоящее время недоступны.

Ключевые слова: трехмерная печать, ремонт, оптическое колесо, датчик.

A. V. Toporov, S. P. Danilov

THE USE OF 3D PRINTING TECHNOLOGY IN THE REPAIR OF LIFTING AND HANDLING EQUIPMENT

The article presents an example of manufacturing parts for equipment repair using three-dimensional printing technology. The advantages of 3D printing technology when restoring devices, spare parts for which are currently unavailable, are indicated.

Keywords: 3D printing, repair, optical wheel sensor.

Технология трехмерной печати в последнее время находит все большее применение в различных областях техники. 3D принтер – это устройство позволяющее изготавливать физические объекты за счет последовательного выращивания слоев. Иными словами принтер способен получить любой физический предмет по предварительно построенной компьютерной модели.

В настоящее время существует целый ряд технологий трехмерной печати: экструзия полимера с последующим его отверждением, фотополимеризация смолы под действием излучения, формирование слоя на выравненном слое порошка за счет его спекания под действием лазерного излучения, ламинирование.

Наиболее дешевыми и доступными в настоящее время являются экструзионные принтеры. Принцип работы экструзионного принтера состоит в том, что печатающий орган (экструдер) разогревается до температуры плавления полимерного материала, который подается в экструдер в виде нити. Разогретый полимер выдавливается (экструдировается) из головки на рабочий стол и распределяется послойно в соответствии с заданной программой. Программа принтеру задается при помощи модели, выполненной в среде автоматизированного проектирования.

Достоинством такой технологии является ее высокая гибкость и возможность производить детали различной конфигурации. Недостатком является длительное время изготовления (достигающее десятков часов) и узкий спектр применяемых материалов [1].

Несмотря на недостатки применение технологии трехмерной печати позволяет производить ремонт и восстановление различного технологического оборудования, в том числе снятого с производства, для которого приобретение запасных частей и комплектующих является определенной проблемой. Примером такого подхода может послужить изготовление оптического колеса датчика частоты вращения применяемого на подъемных устройствах и других видах технологического оборудования [2].

С использованием 3D принтера по построенной модели (рис. 1) была выращена деталь оптического колеса (рис. 2). В качестве материала использовался PLA пластик. Процесс печати детали занял 5 часов. Проведенные испытания показали, что датчик с распечатанным оптическим колесом работоспособен и выполняет свои функции (рис. 3).



Рис. 1. Трехмерная модель оптического колеса датчика, выполненная в среде AutoCAD



Рис. 2. Фотография оптического колеса датчика, изготовленного при помощи технологии трехмерной печати

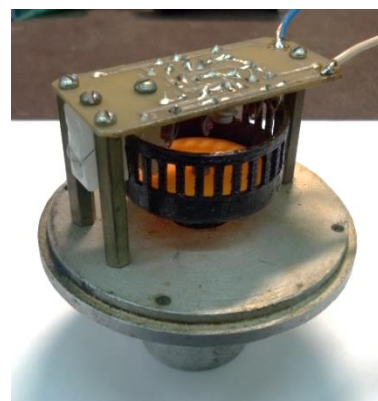


Рис. 3. Оптический датчик в сборе

В результате удалось восстановить узел, выпуск которого в настоящий момент прекращен и произвести ремонт оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галимова Д.И., Сыркин С.С. Использование 3d печати в современном машиностроении В сборнике: Современные проблемы развития техники, экономики и общества Материалы II Международной научно-практической очно-заочной конференции. Научный редактор А.В. Гумеров. 2017. С. 49-52.

2. Киселев В.В., Топоров А.В., Азизов И.И., Наумов В.А. Модернизация устройств для проведения технического обслуживания и мелкого ремонта пожарных автомобилей В сборнике: Современное научное знание: теория, методология, практика Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 2017. С. 170-171

УДК 621

А. В. Топоров, П. Н. Капитанов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМНО-ОПОРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ ПЕРЕДВИЖНОЙ МАСТЕРСКОЙ ПО РЕМОНТУ, ОБСЛУЖИВАНИЮ И ЭВАКУАЦИИ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

В представленной статье рассматривается проблема создания подъемно-опорного устройства для установки на подвижной мастерской с точки зрения структурного синтеза механизма подъемника. Предложена структурная схема механизма устройства.

Ключевые слова: пожарная техника, ремонт, техническое обслуживание, подъемное устройство, ремонт.

A. V. Toporov, P. N. Kapitanov

STRUCTURAL SYNTHESIS OF THE MECHANISM OF LIFTING-SUPPORTING DEVICE OF MOBILE WORKSHOP FOR REPAIR, MAINTENANCE AND EVACUATION FIRE FIGHTING EQUIPMENT

The article deals with the problem of creating a lifting and supporting device for installation in a mobile workshop from the point of view of structural synthesis of the mechanism of the lift. The structural scheme of the device mechanism is proposed

Keywords: fire equipment, repair, maintenance, lifting device, repair.

Подъемные устройства являются важной частью подвижных ремонтных мастерских для обслуживания пожарной техники [1, 2].

Проектирование механизма подъемника начинается с синтеза кинематической схемы. В ходе синтеза определяют размеры звеньев механизма и их взаимное расположение, при котором механизм выполняет требуемые перемещения. Синтез меха-

низма является первичной операцией при проектировании механизма, после которой производится выбор материалов звеньев, расчеты на прочность, жесткость, устойчивость, конструктивное оформление кинематических пар и звеньев. Для получения работоспособной схемы подъемника необходимо провести структурный и геометрический синтез механизма

Структурный синтез заключается в составлении схемы механизма без указания размеров звеньев и определяет лишь порядок их соединения и взаимодействия. Основное правило структурного синтеза согласно Л.В. Ассура заключается в возможности присоединения группы Ассура к механизму первого класса [3].

Исходя из концепции применения подъемника для выполнения подъемно – транспортных операций и в качестве упорного аутригера при вытаскивании застрявшей техники при помощи лебедки на несвязных грунтах необходимо обеспечить перемещение подъемника от поверхности до максимальной точки возвышения. Поэтому, гидравлический цилиндр должен быть размещен над рабочим звеном подъемника.

Для структурного синтеза механизма подъемника выбираем неподвижные опоры, закрепленные на раме автомобиля. Затем к механизму первого класса 1 добавляем подвижные группы 2 и 3. В результате получаем трехзвенный механизм (рис. 1).

По формуле Чебышева определяем его число степеней свободы. Из чертежа определяем число подвижных звеньев (рис. 2). Число подвижных звеньев равно 3. Определяем число кинематических пар (рис. 3). Число кинематических пар равно 4. Необходимо отметить, что в данном механизме имеются только кинематические пары 5 класса.

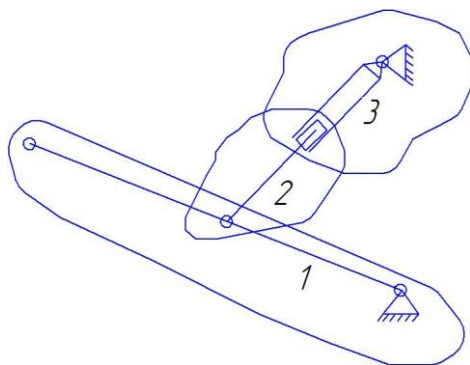


Рис. 1. Структурный синтез механизма

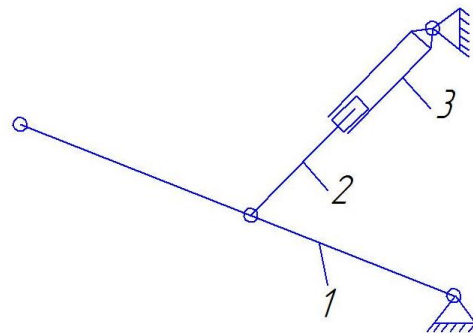


Рис. 2. Определение числа подвижных звеньев механизма

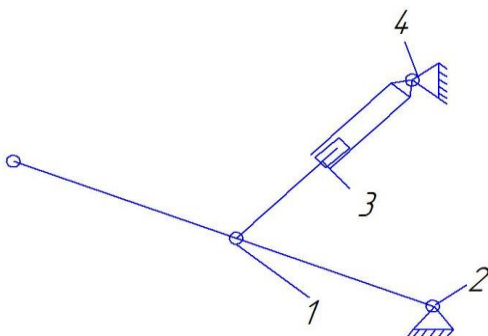


Рис. 3. Определение числа кинематических пар

По формуле Чебышева определяем число степеней свободы механизма:

$$w = 3 \cdot n - 2p = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 = 1$$

Таким образом, полученный механизм является одноподвижным, т.е. на одно перемещение входного звена все звенья откликаются одним перемещением.

В результате проведенного структурного синтеза получена работоспособная схема механизма подъемно – опорного устройства, которая может быть положена в основу проектируемого изделия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сычев С.А., Зарубин В.П., Легкова И.А. Увеличение возможностей передвижной мастерской для технического обслуживания пожарной техники В сборнике: Надежность и долговечность машин и механизмов сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 237-239.

2. Зарубин В.П., Топоров А.В., Киселев В.В., Яковенко Т.А. Разработка передвижной мастерской для проведения технического обслуживания пожарных автомобилей Техносферная безопасность. 2017. № 4 (17). С. 3-7.

3. Теория механизмов и машин : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / М.З.Коловский, А.Н.Евграфов, Ю.А.Семёнов, А.В.Слоущ. -4-е изд., перераб. - М.: Издательский центр «Академия», 2013. 560 с.

УДК 614.842

Р. И. Харламов, М. С. Кнутов, Р. В. Еремкин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В работе представлены причины преждевременной коррозии днища пожарных автомобилей, их последствия и предложено техническое решение по разработке устройства для повышения срока службы пожарных автомобилей.

Ключевые слова: пожарный автомобиль, коррозия, техническое обслуживание, мойка, срок службы.

R. I. Kharlamov, M. S. Knutov, R. V. Eremkin

IMPROVING THE RELIABILITY OF FIRE-FIGHTING VEHICLES

The paper presents the causes of premature corrosion of the bottom of fire trucks, their consequences and proposes a technical solution for the development of devices to increase the service life of fire trucks.

Keywords: fire truck, corrosion, maintenance, car wash, lifetime.

Согласно [1] в МЧС России наряду с планово-предупредительной системой технического обслуживания и ремонта, предусматривающей обязательное выполнение с заданной периодичностью установленного комплекса работ в период использования техники, в процессе ее хранения и транспортирования, применяется система ее технического обслуживания и ремонта по фактическому состоянию техники, преду-

смагивающая проведение работ по поддержанию (восстановлению) исправного состояния техники по результатам технического диагностирования.

Своевременное и качественное техническое обслуживание является важнейшим элементом эксплуатации техники и должно обеспечивать:

постоянную готовность техники к использованию;

безопасность применения (работы);

устранение причин, вызывающих преждевременный износ, старение, разрушение, неисправности и поломки составных частей и механизмов;

надежную работу техники в течение установленных межремонтных ресурсов и сроков их службы до ремонта и списания;

минимальный расход горючего, смазочных и других эксплуатационных материалов.

Известно, что солевые растворы оказывают коррозионное действие на сталь и алюминий, а также на их сплавы. При этом на контактных поверхностях происходят электролитические процессы, результаты которых проявляются в виде точечной коррозии. У материалов, используемых в транспортных средствах, характер процесса коррозии различен в зависимости от химических реагентов, применяемых для плавления льда.

Днище автомобиля при мойке нередко обходят стороной. Однако, именно снизу авто часто скапливаются настоящие грязевые отложения. Это очень актуально для нашей страны, со снежными зимами и частыми дождями. Особенно страдает автомобиль от отложений противогололедных реагентов. Они могут скапливаться на днище и вызывать проблемы с эксплуатацией машины в будущем.

Мойка днища автомобиля очень труднодоступна и почти не реализуема даже в современных пожарно-спасательных частях, а современный моечный комплекс, стоит очень дорого. В данной статье описано как можно с этим справиться при минимальных финансовых затратах.

Предлагается разработка устройства, позволяющего быстро и эффективно произвести мойку подсистем пожарного автомобиля расположенных снаружи в нижней его части. Трехмерная модель предлагаемого устройства представлена на рисунке.

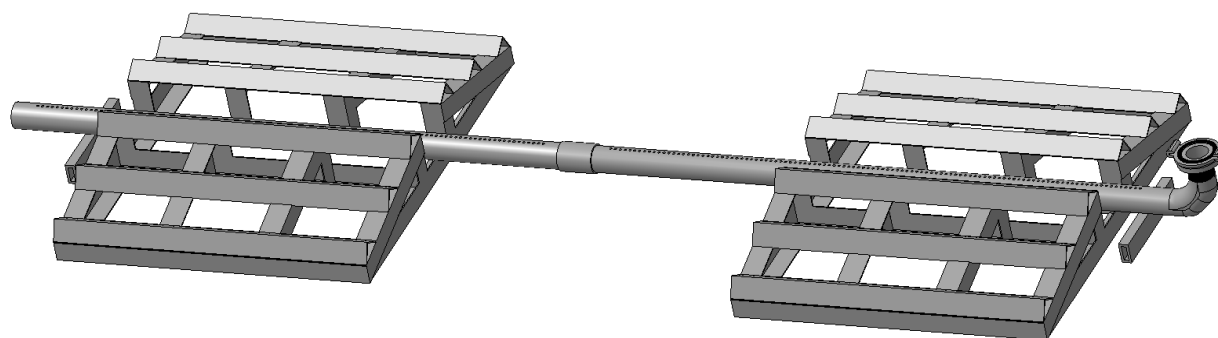


Рисунок. Трехмерная модель устройства для мойки днища пожарного автомобиля

На сегодняшний момент в подразделениях ГПС МЧС России отсутствуют специальные технические устройства, позволяющие быстро и без больших усилий смыть реагенты с поверхности днища пожарного автомобиля. Поэтому пожарные часто пренебрегают данной процедурой, что в конечном итоге приводит к более быстрому износу пожарных автомобилей.

Предлагаемое устройство представляет собой металлическую трубу с высверленными отверстиями по всей длине, к которой наварена соединительная головка диаметром 51 мм. Через напорный рукав диаметра 51 мм вода подается от центробежного насоса пожарного автомобиля или внутреннего противопожарного водопровода. Мойка помогает удалить соль и песок с днища пожарного автомобиля, продлевая тем самым срок службы базового шасси и подсистем пожарного автомобиля, предотвращая коррозию металла. Кроме того, возможна также подача раствора пенообразователя.

Порядок работы:

приспособление для мойки днища автомобиля помещается в дорожный просвет перед въездом в гаражное помещение. Затем, под давлением, в устройство подается вода. Пожарный автомобиль начинает своё движение и проезжает по мостикам. Таким образом, можно очистить даже стойкие загрязнения и отложения реагентов. Дополнительной опцией в очистке с такими устройствами может стать нанесение эффективного средства защиты на восковой основе. Сам мойщик управляет устройством при помощи регулировки подачи воды на насосе пожарного автомобиля. Это обеспечивает равномерную мойку всей площади днища для любого пожарного автомобиля.

Предлагаемое устройство повысит срок службы пожарных автомобилей, облегчит проведение технического обслуживания, связанного с мойкой пожарных автомобилей и позволит значительно сэкономить на проведении ремонтных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России от 18.09.2012 г. № 555 «Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».
2. Приказ Минтруда России от 23.12.2014 г. N 1100н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы»
3. Справочник «Эксплуатация пожарной техники» М. 1991г.
4. *Безбородько, М.Д.* «Исследование технического обслуживания пожарных автомобилей» / М.Д. Безбородько // Отчет ВИПТШ. – 1975 г.

УДК 614.842

Р. И. Харламов, А. Н. Бочкарев, Я. Е. Фионин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В работе представлен анализ проблем сбора рукавов на пожаре подразделениями ФПС, предложено решение по разработке устройства для смотки напорных пожарных рукавов с учетом сохранности их прочностных характеристик.

Ключевые слова: пожарные рукава, надежность, износ, скатка, разработка устройства.

R. I. Kharlamov, A. N. Bochkaev, Y. E. Fionin

IMPROVING THE RELIABILITY OF FIRE HOSES IN THE PROCESS OF OPERATION

The paper presents the analysis of the problems of collecting the hoses on the fire departments of FFS, the proposed solution for the development of a device for winding fire hoses pressure with preservation of their strength characteristics.

Keywords: fire hoses, reliability, wear, rolling, device development.

На сегодняшний день одной из актуальных проблем человечества являются пожары. Развитие инфраструктуры, большая площадь застройки, увеличение высотных зданий и многое другое способствует потенциальной угрозе возникновения опасных пожаров и усложненным условиям их тушения. На более успешное выполнение задач по тушению пожаров влияют множество факторов, таких как время следования к месту вызова, разведка пожара, развертывание сил и средств, грамотное и рациональное принятие решающего направления, материально-техническое обеспечение, а также наличие огнетушащих веществ. Именно от этих факторов в первую очередь зависят жизни спасенных людей и материальных ценностей.

Основным видом пожарно-технического оборудования применяемого при тушении пожара являются пожарные напорные рукава различного диаметра (рис. 1), предназначенные для транспортировки огнетушащих составов (вода, растворы пенообразователей, водные эмульсии, порошки и др.) от насосных установок к месту пожара под избыточным давлением [1]. В процессе эксплуатации напорных рукавов на пожаре, они становятся мокрыми, происходит увеличение их массы и изменение габаритных размеров, что уменьшает возможность произвести оперативную смотку и использовать его по назначению.

Зачастую сбор пожарно-технического оборудования у подразделения на пожаре занимает большое количество времени, это может быть связано с недостатком личного состава, природно-климатическими условиями, а также отсутствием необходимого оборудования способного облегчить и ускорить процесс сборки ПТО и комплектования пожарного автомобиля. Произвести скатку напорного рукава правиль-

ным образом, согласно требованиям, могут сделать один, а в некоторых случаях два пожарных и это может занять у них порядка 3-5 минут. Правильно скатанные рукава, приведенные в свое исходное состояние и уложенные в отсеки пожарного автомобиля, могут повторно использоваться при тушении пожара даже в сыром виде если возникнет такая необходимость.



Рис. 1. Напорные пожарные рукава

Для решения вышеизложенной проблемы нами предложено разработать устройство, позволяющее за короткий промежуток времени без подготовительных мероприятий произвести скатку напорных пожарных рукавов усилиями одного пожарного. Трехмерная модель предлагаемого устройства представлена на рис. 2 и 3.

Принцип работы с устройством заключается в следующем (рис. 4): предварительно на месте скатки напорного рукава устанавливается диск. Пожарный рукав посередине местом складки помещается в нижней части устройства, а пожарный держась за ручки вращательным движением производит скатку напорного рукава, тем самым наматывая его на устройство. Диск предотвращает износ пожарного рукава в местах складок в процессе вращения. После того как рукав полностью намотан на устройство, исполнитель извлекает его с дальнейшим использованием по назначению. С помощью предлагаемого устройства возможно произвести как двойную, так и одинарную скатку напорного пожарного рукава.

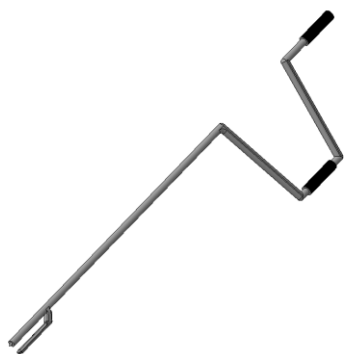


Рис. 2. Устройство для скатки напорного рукава

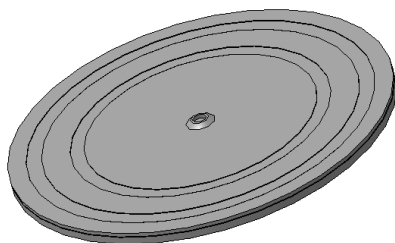


Рис. 3. Диск для скатки напорного рукава



Рис. 4. Трехмерная модель предлагаемого устройства для скатки напорных рукавов

Материальные затраты на изготовления устройства незначительны в сравнении с возможными спасенными жизнями на пожаре и сохраненными материальными ценностями.

Предлагаемое устройство минимизирует временной показатель и в значительной мере облегчит процесс смотки пожарных напорных рукавов, тем самым увеличится оперативная готовность пожарно-спасательных подразделений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51049-2008 Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. Методическое руководство по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов, М., 2007 г. – 44 с.

УДК 614.842

Р. И. Харламов, М. А. Колбашов, А. В. Латухов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗАБОРА ВОДЫ ИЗ ПОЖАРНОГО ГИДРАНТА

В работе представлен анализ проблем забора огнетушащих веществ из городской водопроводной сети, предложено модернизационное решение для пожарной колонки.

Ключевые слова: пожарная колонка, пожарно-техническое оборудование, пожарный гидрант, пожарный автомобиль.

R. I. Kharlamov, M. A. Kolbashov, A. V. Latukhov

I IMPROVING THE RELIABILITY OF OPERATION OF THE FIRE COLUMN

The paper presents an analysis of the problems of the collection of fire extinguishing agents from the city water supply network, the proposed modernization solution for the fire column.

Keywords: fire column, fire and technical equipment, fire hydrant, fire truck.

Материальный ущерб от пожара зависит не только от эффективной деятельности пожарных подразделений, уровня подготовки личного состава и оснащенности техникой, но и от возможности организации бесперебойной подачи огнетушащих веществ. Обеспечение бесперебойной подачи огнетушащих веществ реализуется посредством забора воды из открытых водоемов или из городской водопроводной сети, находящихся в непосредственной близости от места пожара.

Установка пожарного автомобиля на источник противопожарного водоснабжения является одной из основных условий повысить тактический потенциал пожарного расчета, поскольку имеющейся на автомобиле емкости с водой хватает максимум на

10 минут тушения пожара. В большинстве случаев этого времени недостаточно для того, чтобы потушить пожар.

Согласно [2], пожарная колонка – устройство, предназначенное для открытия (закрытия) гидрантов и присоединения пожарных рукавов в целях отбора воды из водопроводных сетей во время пожаротушения. Внешний вид пожарной колонки в разрезе представлен на рис. 1.

Пожарный гидрант подземный (гидрант) [3] это устройство для отбора воды из водопроводной сети с помощью пожарной колонки. Именно этот тип более всего распространен на территории России. Внешний вид гидранта в разрезе представлен на рис. 2.

Устройство пожарной колонки (рис. 3) представляет собой верхний и нижний металлический корпус соединенный между собой со своеобразным вентилем проходящем внутри корпуса и резьбовым соединением, расположенным внизу корпуса для накручивания на пожарный гидрант.

Верхняя часть колонки имеет два вентиля предназначенные для перекрытия и регулировки потока воды проходящей через выходные патрубки оборудованные соединительными головками ГМ-80. Регулировка забора воды осуществляется вручную путем вращения центрального ключа.

Но в процессе эксплуатации штанга гидранта в результате интенсивного сопряжения с муфтой пожарного гидранта подвергается механическому износу, что сопровождается ее выработкой и углублением в механизме гидранта. В результате коррозии и механического износа муфта пожарной колонки не вступает в полноценное сопряжение со штангой гидранта, из чего следует отсутствие возможности открытия клапана гидранта с дальнейшим забором воды. Для решения этой проблемы, предлагается частично модернизировать элементы пожарной колонки, в результате чего любой пожарный гидрант возможно будет использовать при тушении пожаров.



Рис. 1. Колонка пожарная



Рис. 2. Гидрант пожарный подземный

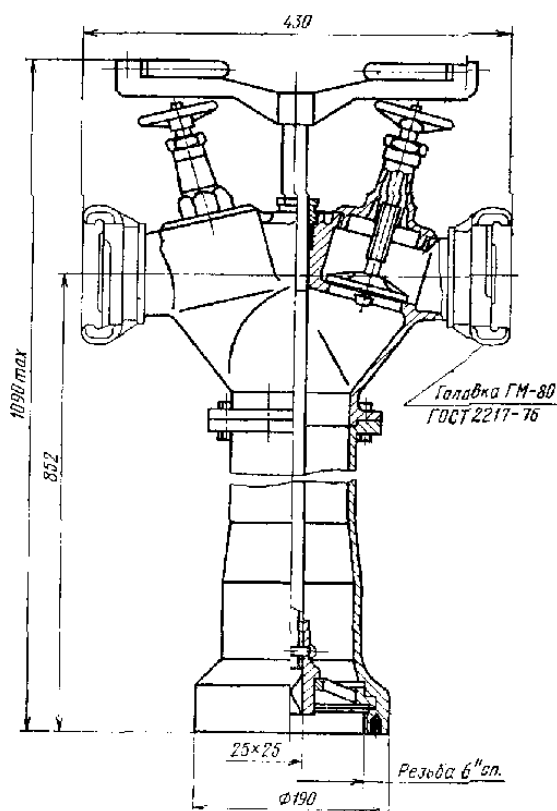


Рис. 3. Устройство пожарной колонки

Трехмерная модель предлагаемых изменений для пожарной колонки представлена на рис. 4 и 5. Принцип представленной компоновки (рис. 5) обеспечивает подпружиненный вылет квадратной муфты на 4-5 см относительно резьбового основания пожарной колонки. В тоже время у квадратной муфты имеется возможность вертикального перемещения по вертикальной оси в том же диапазоне 4-5 см. Шлицевое соединение исключает проворачивание двух разборных частей торцевого ключа между собой. Все части торцевого ключа соединены между собой с помощью шпоночного соединения, которые обеспечивают надёжность данного механизма.

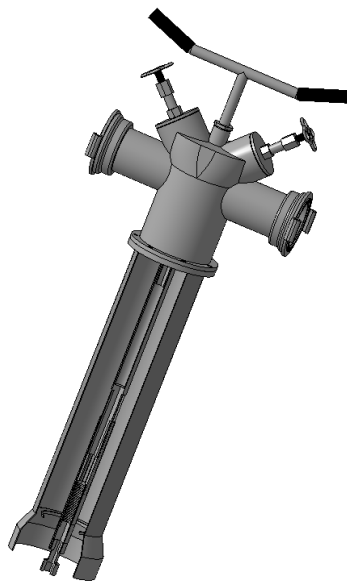


Рис. 4. Пожарная колонка с изменениями

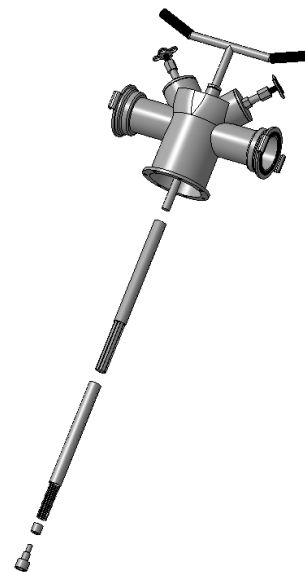


Рис. 5. Последовательность компоновки элементов

Предлагаемая конструкция будет применима как для пожарных гидрантов, не требующих удлиненного штока пожарной колонки, так и для гидрантов, у которых ниппель расположен ниже квадратной муфты пожарной колонки. Благодаря подпружиненному положению квадратной муфты и ее возможности перемещения по вертикальной оси в модернизированной колонке реализуется возможность механической адаптации к любым пожарным гидрантам.

Предлагаемые изменения для пожарной колонки будут востребованы во всех пожарно-спасательных подразделениях ФПС ГПС в районе выезда которых имеются пожарные гидранты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России 444 от 16.10.2017 «Об утверждении Боевого устава пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ»
2. ГОСТ Р 53250-2009 Техника пожарная. Колонка пожарная. Общие технические требования. Методы испытаний.
3. ГОСТ Р 53961-2010 Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие технические требования. Методы испытаний.

УДК 614.842

Р. И. Харламов, А. В. Разумков

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ**

В работе представлен анализ проблем технического обслуживания пожарных рукавов в подразделениях ФПС ГПС, предложено решение по разработке устройства оптимизирующего процесс технического обслуживания пожарных напорных рукавов.

Ключевые слова: пожарные рукава, техническое обслуживание, срок службы, разработка устройства.

*R. I. Kharlamov, A. V. Razumkov***IMPROVING THE EFFICIENCY OF MAINTENANCE OF FIRE HOSES**

The paper presents an analysis of the problems of maintenance of fire hoses in fire departments, proposed a solution for the development of the device optimizing the process of maintenance of fire hoses.

Keywords: fire hoses, maintenance, service life, development of the device.

В процессе эксплуатации рукавного хозяйства наиболее частыми причинами отказов рукавов на пожаре являются: продольный разрыв, поперечный разрыв и ослабление навязки соединительной головки [4]. Перечисленные неисправности возникают не только из-за механических повреждений при тушении пожара и проведении аварийно-спасательных работ, а также из-за нарушения структуры каркаса рукава в результате некачественного технического обслуживания [1,2].

Согласно [1] после возвращения с пожара пожарный автомобиль подвергается техническому обслуживанию (ТО), как и все используемое на пожаре пожарно-техническое оборудование. Техническое обслуживание пожарных рукавов проводится в несколько этапов (рис. 1), что требует продолжительного времени и наличие соответствующего оборудования [1]. Более того, в некоторых подразделениях ГПС МЧС России вовсе отсутствуют рукавные базы или же оборудование находится в неработоспособном состоянии.

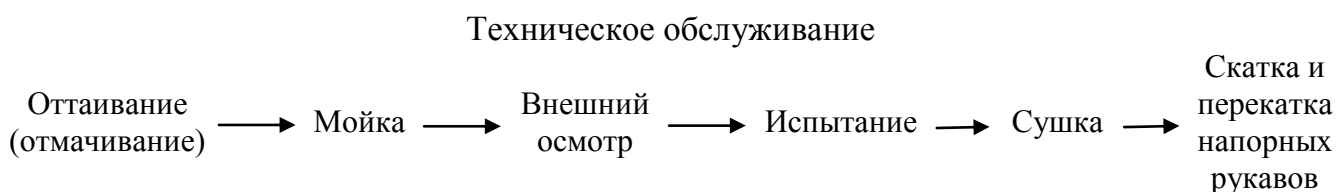


Рис. 1. Схема технического обслуживания пожарных рукавов

С целью оптимизации времени, трудоемкости и обеспечения качественного выполнения крайнего этапа технического обслуживания пожарных рукавов, предлагается разработка мобильного устройства для перекатки пожарных рукавов (рис. 2).

Для изготовления элементов устройства (рис. 3) требуется использование доступного материала с последующей компоновкой и крепёжно-сварочными работами.

В частности, для изготовления основания 1 конструкции целесообразно использовать металлический лист 600x1000 мм и толщиной 5 мм, с учетом прочностных нагрузок последующего размещения элементов устройства. Вал для фиксации соединительной головки пожарного рукава 2 с дальнейшей его намоткой. Крепление вала предпочтительнее посредством сварочных работ, совместно с монтажом подшипникового узла с целью обеспечения вращения барабана для намотки пожарного рукава. Верхняя фиксирующая крышка барабана 3 для намотки пожарного рукава с рукояткой для вращения. Перекаточные ролики 4 предназначенные для изменения места складки пожарного рукава с возможностью регулировки прижимного усилия. Направляющие ролики 5 для пожарного рукава на начальном этапе процесса перекатки.

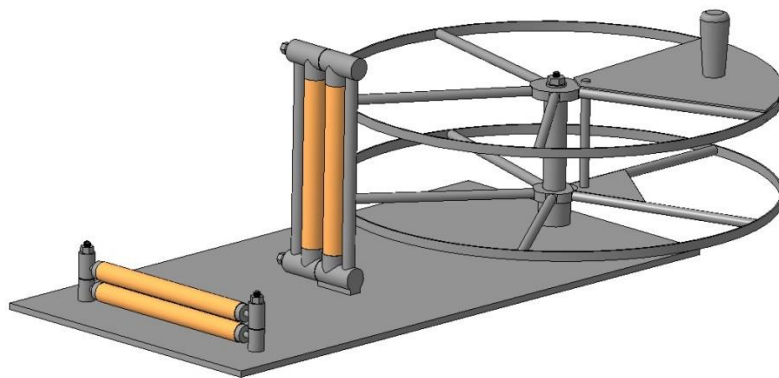


Рис. 2. Трехмерная модель устройства для перекатки пожарных рукавов

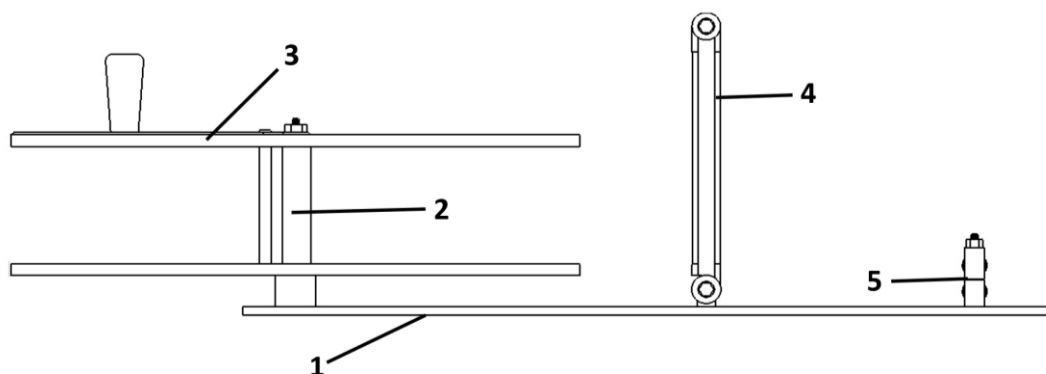


Рис. 3. Схема элементов конструкции устройства

Принцип работы устройства заключается в следующем: направляющие и перекаточные ролики разводятся для укладки пожарного напорного рукава для дальнейшей перекатки. Соединительная головка пожарного рукава помещается в конструкцию с осью вращения барабана для дальнейшей намотки и прижимается крышкой. Ролики фиксируют рукав в исходное положение. Посредством ручного вращения барабана производится перемещение рукава через перпендикулярно расположенные относительно друг друга валики, соответственно формируется новое место складки, с которым уже производится намотка пожарного рукава на барабан. По окончании процесса перекатки снимается крышка барабана, рукав извлекается и эксплуатируется

в дальнейшем с новым местом складки. Предлагаемое устройство оптимизирует техническое обслуживание пожарных рукавов в подразделениях ФПС ГПС, тем самым продлит срок службы, надежность пожарных рукавов и оперативную готовность пожарно-спасательных подразделений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51049-2008 Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. Методическое руководство по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов, М., 2007 г. – 44 с.
3. Приказ МЧС России от 18.09.2012 г. №555 «Об организации материально-технического обеспечения в системе МЧС России».
4. Официальный сайт МЧС России – Статистика – Пожары – 2012-2017 г. <http://www.mchs.gov.ru>

УДК 621.311

Г. В. Чекан

ФГБОУ ВО Ивановский энергетический университет имени В.И. Ленина

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННОГО ТОПОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ ОЦЕНКЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Проведено сравнение существующего топологического метода оценки безотказности электроэнергетических объектов с его модифицированным вариантом, предложенным автором. Обоснована необходимость создания критерия оценки его эффективности.

Ключевые слова: модифицированный топологический метод, надежность, безотказность.

G. V. Chekan

EFFICIENCY OF THE MODIFIED TOPOLOGICAL METHOD AT ASSESSMENT OF NON-FAILURE OPERATION OF ELECTRICAL POWER OBJECTS

Comparison of the existing topological method of assessment of non-failure operation of electrical power objects with its modified option offered by the author is carried out. The necessity of having criterion for assessing the effectiveness of this method is shown.

Keywords: the modified topological method, reliability, non-failure operation.

Проблема надежности становится одним из главных аспектов при проектировании и эксплуатации электроэнергетических объектов. Недостаточный уровень безотказности может привести не только к производственным авариям, но и к техногенным катастрофам.

Топологический метод очень удобен для определения показателей надежности электроэнергетических объектов, функционирование которых описывается графами типа «дерево», так как не требуется составлять и решать сложные системы уравнений, а все показатели надежности можно определить непосредственно из самого графа.

Финальная вероятность для i -го состояния определяется как [1]:

$$P^{(i)} = \frac{B_{mi}}{\sum_{i=1}^n B_{mi}}, \quad (1)$$

где n – число узлов графа, B_{mi} – произведение интенсивностей переходов из всех крайних свободных узлов в узел, соответствующий i -му состоянию системы при перемещении по кратчайшему пути в направлении стрелок.

Однако, почти все электроэнергетические объекты – это системы с неравнонадежными элементами, избыточные системы или системы с приоритетным обслуживанием, которые описываются многосвязными графами. В этих случаях в графе может быть несколько кратчайших путей в i -е состояние из начального и конечных отказных состояний.

Существующий алгоритм определения показателей надежности электроэнергетических объектов, описанных такими графами с использованием топологического метода, подразумевает преобразование сложного многосвязного графа в совокупность простых графов типа «дерево» [1], что весьма трудоемко, даже для графов малой размерности. По отношению к графам большей размерности (десятки и сотни состояний) этот подход реализовать практически не возможно.

Для таких систем было произведено развитие топологического метода. Модифицированный топологический метод, дополненный алгоритмом выбора пути, при наличии нескольких альтернатив приведен в [2]. Представленные разработки реализованы в виде алгоритма для специализированного программного продукта [3], который позволяет автоматизировать расчеты показателей надежности электроэнергетических объектов [4].

Для подтверждения достоверности и эффективности предложенного метода рассмотрена классическая задача определения показателей надежности дублированной системы с неравнонадежными устройствами. На рис.1 изображены структурная схема данной системы и математическая модель (граф переходов и состояний) описывающая ее функционирование.

Граф включает в себя следующие состояния:

- (0) – оба элемента исправны,
 - (1) – первый элемент отказал, второй в работе,
 - (2) – второй элемент отказал, первый в работе,
 - (3) – отказ второго элемента, при отказе первого,
 - (4) – отказ первого элемента, при отказе второго.
- Состояния (3) и (4) – аварийные.

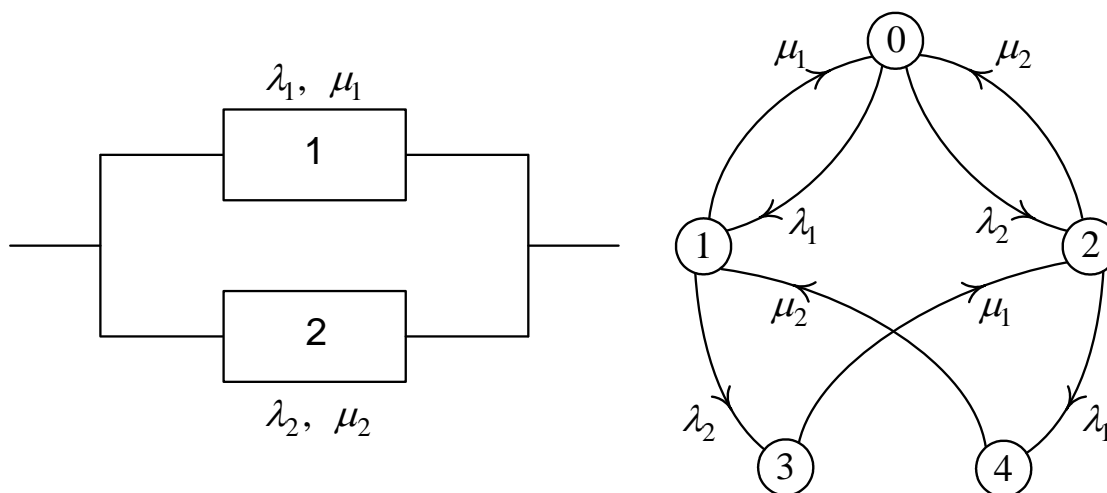


Рис. 1. Структурная схема и математическая модель дублированной системы с неравнонадежными устройствами

Предполагается, что рассмотренную систему обслуживает одна ремонтная бригада, а ремонт отказавших элементов осуществляется в порядке их отказов (прямой приоритет обслуживания).

Решение данной задачи с помощью «разбиения» многосвязного графа на совокупность графов типа «дерево» приведено в [1]. Также эта задача была решена в общем виде с использованием предложенного алгоритма выбора пути.

Была проведена оценка погрешностей расчета коэффициента готовности (вероятности безотказной работы) полученного с использованием двух различных методов, в зависимости от соотношения между интенсивностями отказов и восстановлений элементов системы [2]. Результаты представлены на рис. 2.

Анализируя полученную зависимость можно заметить следующие закономерности [2]:

- Если интенсивности отказов и восстановлений величины одного порядка, то присутствует некоторая погрешность при использовании алгоритма выбора пути.
- При разнице между ними в один порядок, погрешность снижается на два порядка.
- При дальнейшем увеличении разницы на один порядок, погрешность сокращается на три порядка, вплоть до нуля.

Для большинства реальных электроэнергетических объектов интенсивности отказов и восстановлений различаются как минимум на 2-3 порядка, поэтому погрешность расчета показателей надежности для них либо мала, либо стремится к нулю, что позволяет сделать вывод о возможности использования предложенного алгоритма вместо «разбиения» многосвязного графа на совокупность графов типа «дерево», для большинства электроэнергетических объектов.

Однако проведенный вычислительный эксперимент также заставляет задуматься о том, что для более объективной оценки достоверности актуально внедрение интегрального критерия возможности эффективного использования модифицированного топологического метода.

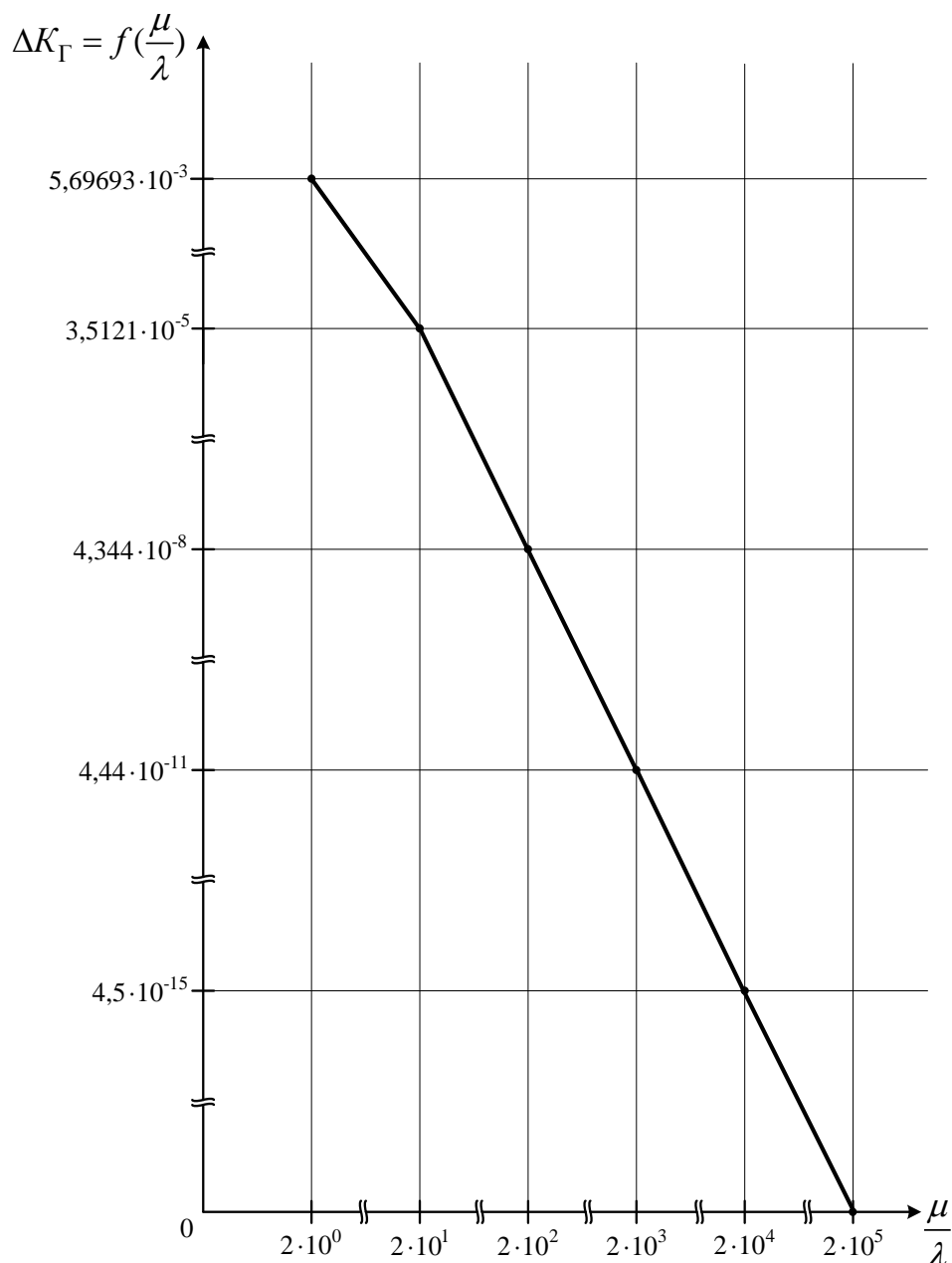


Рис. 2. График зависимости погрешности расчета коэффициента готовности от соотношения между интенсивностями отказов и восстановлений элементов системы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В. Гуров.– 2-е изд., перераб. и доп.– СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 704 с.
2. Чекан Г.В. Развитие топологического метода для комплексного подхода к определению показателей надежности технических систем // Вестник ИГЭУ / Ивановский государственный энергетический университет. – Иваново.–2014.–Вып. 5. –С. 51-57.
3. Чекан Г.В., Лобанов М.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ: «Расчет показателей надежности технических систем» (DoRI_CL) №2015611559. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 30 января 2015 г.

4. Чекан Г.В. Использование модифицированного топологического метода оценки надежности технических систем на примере электропередачи Россия – Финляндия, включающей вставку постоянного тока / О.В. Суслова, Г.В. Чекан // Известия НТЦ ЕЭС. –2016. №1(74). –С. 20-35.

УДК 531.4

М. А. Шилов^{,**}, Л. Б. Маслов^{*,**}, С. В. Фомин^{**}, П. В. Королев^{*,**}*

^{*}ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

^{**}ФГБОУ ВО Вятский государственный университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗНАШИВАНИЯ ШИН

В работе проводится анализ существующих моделей изнашивания пневматических шин. На его основе разработана модель описывающая влияние различных внешних и внутренних факторов на величину износа в условиях качения с проскальзываем и без него.

Ключевые слова: пневматические шины, износ, трение, качение.

M. A. Shilov, L. B. Maslov, S. V. Fomin, P. V. Korolev

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE WEAR TIRE

The article presents the analysis of the existing models of pneumatic tyres wear. On its basis, we suggest a model describing the influence of various external and internal factors on the wear value under the conditions of rolling with or without slipping.

Keywords: air tire, friction, wear, rolling.

Введение. Увеличение долговечности пневматической шины – важная проблема, которую пытаются решить все производители [0]. В настоящее время существует три типа изнашивания пневматических шин: абразивное, усталостное и вызванное вращением с проскальзыванием. Каждый из этих типов изнашивания зависит от внешних условий [0]. Много исследований посвящено определению свойств физико-механических свойств пневматических шин [0], однако в этих работах прослеживается однобокая эмпирическая направленность. В связи с этим разработка теоретических представлений об изнашивании шин по различному механизму является актуальной задачей.

Основная часть. С целью разработки теоретической модели абразивного изнашивания пневматической шины, как вносящей наибольший вклад в общую картину изнашивания нами взята за основу модель изнашивания, представленная в работах [0, 0] (рис. 1). В указанной модели в общее уравнение изнашивания пневматической шины входит компонент, отвечающий за абразивный и усталостный износ:

$$I_1 = \frac{3A_1}{(AE)} \left[A_2 \mu \frac{\sigma}{\sigma_0} \left(\frac{E}{\sigma} \right)^{1-\theta t} \right]^t \sigma \frac{S}{l}, \quad (1)$$

где σ – номинальное давление на дорожное покрытие; S – площадь проскальзывания в контакте; $A_1, A_2, \theta t$ – константы шероховатости дорожного покрытия; t, σ_0 – параметры кривой усталости материала; l – длина площади контакта; E – модуль упругости материала пневматической шины; μ – коэффициент трения в зависимости от вида качения (с проскальзыванием и без проскальзывания) может изменяться.

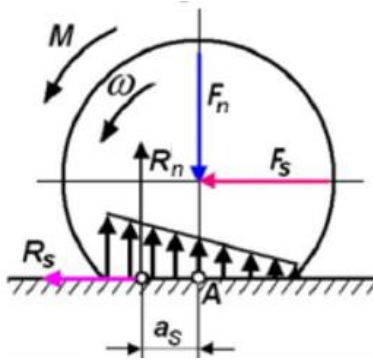


Рис. 1. Причина появления силы сопротивления качению.

Движение колеса может происходить в результате приложения продольной силы F_s или момента M . При качении колеса, нагруженного вертикальной силой F_n , с угловой скоростью ω происходит деформация эластичной шины в пятне контакта колеса с дорогой. Вертикальная сила F_n приложенная к оси вращения колеса может быть перенесена вдоль линии её приложения в точку А, являющуюся серединой пятна контакта шины с дорогой

Часть формулы абразивного износа в квадратных скобках зависит главным образом от свойств материала шины. Если в модели износа шин зафиксировать физические свойства материала шины и дорожного покрытия, уравнение (1) примет вид:

$$I_1 = \left(3A_1 \sigma \frac{S}{(C_2 E l)} \right) \alpha, \quad (2)$$

или в дифференциальной форме

$$I_1 = C_1 \sigma t \frac{dS}{dl}, \quad (3)$$

где $C_1 = \frac{3A_1}{AE} \alpha$; $\frac{dS}{dl}$ – отношение элементарной площадки проскальзывания к длине контакта; α – коэффициент, характеризующий материал шины. Отношение (3), в дифференциальной форме показывает, что интенсивность износа пропорциональна работе трения элементарного элемента протектора, приходящейся на длину площади контакта. Если при определенных условиях работа трения минимальна, то износ шины также будет минимален, независимо от величины α . Следовательно, на основе уравнения (3), может быть изучен вопрос влияния конструктивного и эксплуатационного факторов на процесс износа конкретных образцовых шин и конкретного типа дорожного покрытия. Есть исследования [0, 0, 0], в которых авторы доказывают, что интенсивность износа шины, вызванного заносом, также пропорциональна нормальной нагрузке и заносу. Аналогично (3), для этого типа износа уравнение будет представлено в виде:

$$I_2 = C_2 \sigma \frac{dS_y}{dl} \quad (4)$$

где $\frac{dS_y}{dl}$ – изменение проскальзывания, вызванного заносом; C_2 – коэффициент пропорциональности (аналогичный C_1). Скольжение появляется в области протектора, если тангенциальные усилия τ превышают предел сцепления

$$\tau = \varphi_y \sigma, \quad (5)$$

где φ_y – боковой коэффициент сцепления и по этой причине σ в уравнениях (2) и (4) можно заменить на τ / φ_y . Тангенциальное напряжение может быть выражено боковой силой Y_k и поверхностью S_k контакта - областью между шиной и дорожным покрытием.

$$\tau = \frac{Y_k}{S_k} = \beta \frac{\delta}{S_k}, \quad (6)$$

где β – коэффициент скольжения; δ - угол скольжения (бокового увода) представлен на рис. 2.

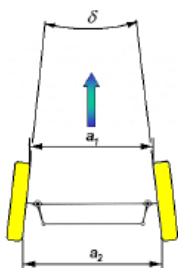


Рис. 2. Общее схождение передних колес δ , выраженное в угловых значениях (градусах и угловых минутах). Угол схождения колеса δ , выраженный в градусах, соответствует углу увода шины $\alpha_{ш}$, то есть при наличии схождения переднее колесо автомобиля катится с уводом, что сопровождается повышением сопротивления качению

Принимая во внимание, что $\sigma/S_k = R_n$ последнее уравнение становится

$$\tau = \sigma \beta \frac{\delta}{R_n}, \quad (7)$$

где R_n – нормальная реакция, действующая на шину. Скольжение, перемещаясь по длине области контакта, принимая δ малой величиной, и, с учетом выражения

$$S_y = \sin \delta l \approx \delta l \text{ или } dS_y = \delta dl. \quad (8)$$

Интенсивность изнашивания, с учетом всех типов изнашивания будет представлена в виде суммы (3) и (4):

$$I = I_1 + I_2 = C_1 \sigma \frac{dS}{dl} + \frac{C_2 \sigma \beta \delta}{R_n \varphi_y} \frac{dS_y}{dl}. \quad (9)$$

Изнашивание элементарной площадки вдоль всей длины контакта I_l найдем путем интегрирования элемента изнашивания (9):

$$I_l = \int_0^l I dl = \int_0^S C_1 \sigma dS + \int_0^{S_y} C_2 \sigma \beta \delta / (R_n \varphi_y) dS. \quad (10)$$

Решением этого уравнения является выражение:

$$I_l = C_1 \sigma S_0 + \frac{C_2 \sigma \beta \delta^2}{R_n \varphi_y} l, \quad (11)$$

где S_0 – величина перемещения каждого элемента по длине области контакта без учета угла заноса. В случае установившегося движения на твердом дорожном покрытии диаметр колеса не изменяется при постоянном давлении (рис. 3).

На некотором конечном участке пути площадь элемента протектора шины уже не будет заметно изнашиваться (процесс приработки). Это объясняет причину существования некоторого изнашивания I_0 , которое для расстояния в 1-километр пропорционально I_l .

$$I_0 = I_l \gamma = \left(C_1^* S_0 + \frac{C_2^* \beta \delta^2}{R_n \varphi_y} l \right) \sigma, \quad (12)$$

где γ – коэффициент пропорциональности; $C_1^* = \gamma C_1$; $C_2^* = \gamma C_2$. Номинальная величина характерного давления может быть выражена через нормальную реакцию R_n шины и поверхностной области S_k контакта, и (12) станет равной.

$$I_0 = \left(C_1^* S_0 + \frac{C_2^* \beta \delta^2}{R_n \varphi_y} l \right) \frac{R_n}{S_k} \quad (13)$$

В реальных условиях при вращательном движении необходимо учесть в отношении (13) разницу между внутренним и внешним диаметрами колеса. Уравнение (13) может использоваться непосредственно для оценки влияния различных факторов на величину изнашивание шины.

Получив экспериментальные данные для величин S_k , l , β , φ_y и функции нормальной нагрузки R_n , давление в шине p , угол наклона плоскости вращения α_0 , можно использовать формулу (13) для практического расчета износа пневматической шины. Для всестороннего описания изнашивания шин можно использовать регрессионные модели искомым данных. Однако возникает проблема с нахождением коэффициентов пропорциональности C_1^* и C_2^* , которые подбираются в соответствии с характеристиками материала и структуры шины. Аналитическое вычисление их затруднительно. Их можно найти с помощью дополнительных экспериментов. В результате экспериментов может быть вычислено изнашивание I_0 . Пусть I_{01} и I_{02} – величины износа, получаемые экспериментальным путем из дополнительных опытов. Первый выполняется при прямолинейном движении с известной нормальной нагрузкой R_z на колесо, продольным проскальзыванием S_0 и углом скольжения ($\delta = 0$). При этих условиях вторая часть уравнения (9) равна нулю. И коэффициент C_1^* может быть оценен из I_{01} .

$$C_1^* = \frac{I_{01} S_k}{S_0 R_n}. \quad (14)$$

Во время второго эксперимента (при тех же условиях), но с известным проскальзыванием измеряется интенсивность изнашивания I_{02} . Первая часть уравнения (13) имеет ту же величину и отличается второй частью.

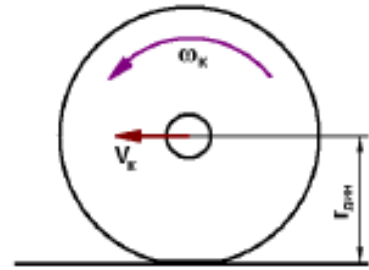


Рис. 3. Установившееся движение колеса с постоянным динамическим радиусом

$$I_{02} - I_{01} = \frac{C_2^* \beta \delta^2}{R_n \varphi_y}. \quad (15)$$

В итоге второй коэффициент уравнения (13) равен

$$C_2^* = \frac{(I_{02} - I_{01}) \varphi_y S_k}{\beta \cdot l \cdot \delta^2}. \quad (16)$$

Полученные коэффициенты используем в уравнении (9) для получения аналитической зависимости суммарной интенсивности изнашивания от различных факторов. В результате моделирования получена зависимость интенсивности изнашивания от некоторых внешних и внутренних факторов, влияющих в разной степени на ее величину. Показано, что оценить величину изнашивания можно в условиях качения с проскальзыванием и без него. Из уравнения (13) видно, что на величину изнашивания пневматических шин влияет форма рисунка протектора (величина S_k).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кнороз, В.И и др. Шины и колеса. – М.: Машиностроение. - 1975. – 184 с.
2. Тройцкий, В.П. Снижение износа шин управляемых колес обеспечением рационального соотношения углов и поворота при эксплуатации легкового автомобиля в условиях города. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. - М.: МАДИ. – 1983. – 200 с.
3. Reaz Ahmed S., Deb Nath S. K., Wahhaj Uddin M., Optimum Shapes of Tire-treads for Avoiding Lateral Slippage between Tires and Roads // International Journal for Numerical Methods in Engineering. - № 64 – 2005. - pp. 729 - 750.
4. Manas D., Manas M., Pat V., Wear of Tyre Treads // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. - Vol. – 37. - № 2. – 2009. - pp. 538-543.
5. Li Y., Zhang J. W., Guan X. Q., Estimation of Vehicle Parameters and Road Friction Using Steering Torque and Wheel Speeds // WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS. - Vol. – 11. - № 1. – 2012. - pp. 1 – 11.

УДК 62-2

А. В. Широухов, К. С. Иванов

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА МНОГОСТУПЕНЧАТОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА

В статье рассматриваются возможные способы определения сочетания параметров элементов многоступенчатых механических приводов, при котором достигается оптимальное значение заданного параметра привода в целом.

Ключевые слова: механический привод, критерий качества, комбинированный метод случайного поиска, многокритериальная оптимизационная задача.

A. V. Shirokhov, K. S. Ivanov

THE OPTIMIZATION PROBLEM OF SYNTHESIS OF A MULTI-STAGE MECHANICAL DRIVE

The article discusses possible ways of determining the combination of parameters of elements a multistage mechanical drives, for which an optimal value of the specified parameter in the drive as a whole.

Keywords: mechanical actuator, a quality criterion, the combined method of random search, multi-objective optimization problem.

В настоящее время привод (конструкция, предназначенная для передачи и преобразования вращательного движения от двигателя к исполнительному механизму) подавляющего большинства механизмов осуществляется от электрических двигателей посредством передачи вращательного движения через одну или несколько ступеней механических приводов. Количество и типы применяемых приводов зависят от требуемых характеристик на выходе привода и условий эксплуатации. Стоимость изготовления подобных конструкций может составлять до 30% от стоимости всего механизма или устройства. Так же эксплуатационные затраты на последующее обслуживание данного привода составляют внушительный процент от стоимости. Немаловажным фактором, оказывающим влияние на стоимости изготовления, становятся массовые и габаритные показатели его элементов (ступеней). Если рассматривать эксплуатационную составляющую, то существенное влияние на стоимость эксплуатации оказывает энергетическая эффективность конструкции, которая обуславливается коэффициентом полезного действия. Конструктивные особенности ремонтпригодности конструкций в данном случае не следует рассматривать, поскольку данная характеристика является более субъективной, чем остальные. То есть при проектировании привода приходится выбирать сочетание характеристик ступеней для достижения требуемых параметров всего привода. Таким образом, проектирование многоступенчатого механического привода можно рассматривать как многокритериальную оптимизационную задачу в которой в качестве целевой функции используется зависимость P , описывающую параметр привода как совокупности параметров каждой ступени, а в качестве критериев оптимизации (критериев качества) того же привода могут выступать требования, предъявляемые к ступеням привода (срок службы, габариты, вес, энергоэффективность, стоимость изготовления, стоимость эксплуатации и т.д.).

$$P = f(S_j, V_j, L_j, N_j, M_j, T_j),$$

где $S_j, V_j, L_j, N_j, M_j, T_j$ – критерии срока службы, габаритов, веса, энергоэффективности, стоимости изготовления, стоимости эксплуатации каждой ступени привода, соответственно.

Одними из эффективных способов решения подобных задач является градиентный метод и комбинированный метод случайного поиска [1]. Эти методы могут успешно применяться для оптимизации характеристик механических приводов по одному из критериев качества. Перечисленные методы являются недостаточными для случаев, когда оптимизация проводится по сочетанию ряда критериев типа максими-

нимального (1) или Байесовского [2], которые могут использоваться при синтезе структурно сложных систем привода, работающих в различных режимах.

$$I = \max_j \min_k \Lambda_{jk}, \quad (1)$$

где Λ_{jk} – значения скалярной суммы векторных критериев качества (S_j, V_j, L_j, N_j, M_j или T_j) при j -ом режиме работы привода (например, определенном сочетании вращающего момента и скорости вращения вала) и k -ом варианте сочетания оптимизируемых параметров.

Таким образом, встает вопрос о способе свертки критериев. Анализируя возможные сочетания можно прийти к выводу, что аддитивная свертка векторных критериев качества в скаляр не даст объективных результатов, так как в данном случае, нельзя компенсировать ухудшение результата оптимизации при изменении одного из параметров за счет изменения другого. Таким образом, в качестве способа свертки критерия целесообразно рассмотреть мультипликативную свертку.

В этом случае задача синтеза должна быть решена таким образом, чтобы найденные характеристики были бы оптимальными для всего или определенной части множества требований предъявляемых к приводу.

В рассматриваемых задачах векторной оптимизации характеристик привода имеют место противоречия между отдельными скалярными критериями качества Λ_j . Как правило, эти противоречия являются нестрогими, т.е. внутри множества возможных решений (значений оптимизируемых параметров) U можно выделить области согласия U_c , где каждое решение $U_i \in U$ может быть улучшено без снижения уровней любого из скалярных критериев, и область компромиссов U_k , в которой улучшение качества оптимизируемого параметра привода по одним скалярным критериям приводит к его ухудшению по другим. При этом, очевидно:

$$U = U_c \cup U_k \quad U_c \cap U_k = \emptyset$$

Следовательно, что оптимальное решение по векторному критерию всегда лежит в подмножестве компромиссов U_k , то для сужения области поиска целесообразно выделить это подмножество из множества возможных решений U . Эта задача может быть решена путем оптимизации характеристик механических приводов по каждому из рассматриваемых скалярных критериев Λ_j с помощью предлагаемых выше алгоритмов. Найденные таким образом точки U будут ограничивать область U_k , выход за пределы которой будет приводить к ухудшению всех скалярных критериев или к нарушению наложенных ограничений. В этом случае задача синтеза должна быть решена таким образом, чтобы найденные характеристики были бы оптимальными для всего или определенной части множества режимов эксплуатации привода.

То есть, при проектировании привода будет решаться многокритериальная оптимизационная задача, при этом оптимизация будет проходить как по структурной составляющей (определение оптимальной конструкции каждой ступени и их сочетание), так и по параметрической (определение параметров отдельных ступеней).

Для объективной иллюстрации подобного подхода к проектированию рассмотрим задачу оптимизации стоимости изготовления трехступенчатого механического привода по одному из критериев – значение передаточного числа ступени. В качестве

примера рассматривается механический привод от трехфазного асинхронного двигателя переменного тока, состоящий из трех ступеней: ременная передача, зубчатый редуктор, цепная передача. Таким образом, рассматривается корреляция передаточных значений привода в целом и его отдельных ступеней и общей стоимости конструкции. Значения передаточных отношений каждой ступени рассматриваются в рекомендованном диапазоне для данного типа передачи [3,4]. В результате расчетов проведенных для приводов с разными передаточными отношениями, при условии обеспечения одинаковых характеристик на выходе, а так же анализа стоимости подобной конструкции выявлены определенные следующие закономерности.

Во-первых, при выборе значений передаточных чисел из первой трети диапазона существенного снижения стоимости привода не происходит, при выборе значений передаточных чисел из средней части диапазона наблюдается снижение стоимости привода, при выборе значений передаточных чисел из последней трети диапазона наблюдается существенное увеличение стоимости привода. Во-вторых, изменение стоимости двигателя, ременного и цепного привода существенного влияния на общую стоимость не оказывают.

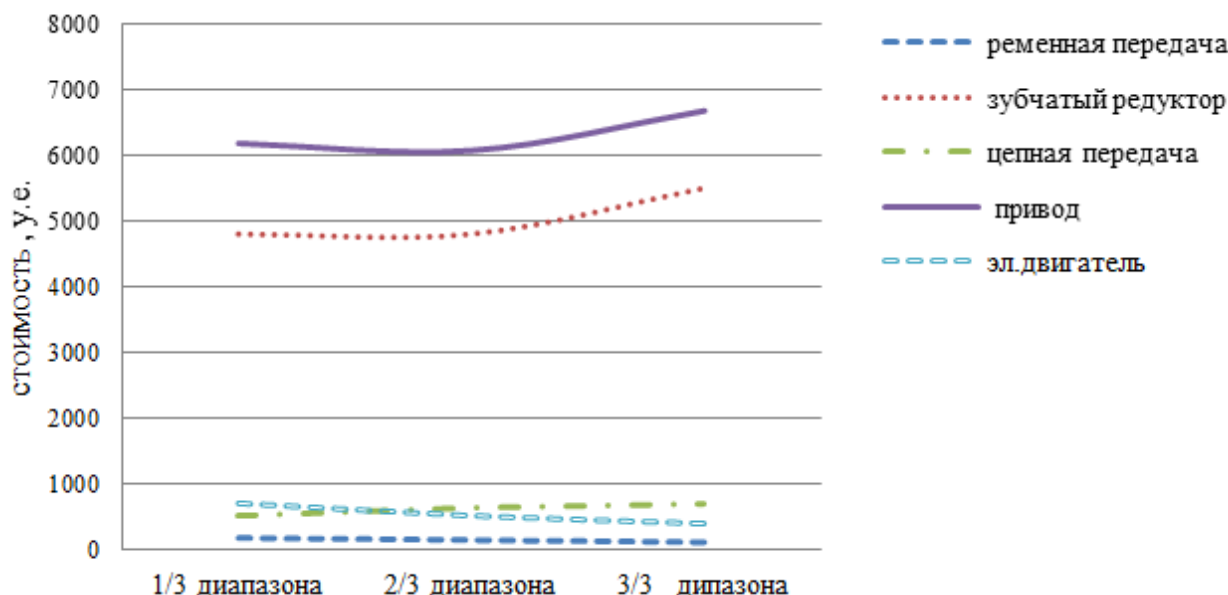


Рисунок. Зависимость стоимости привода от передаточного числа

Таким образом, из проведенного оптимизационного анализа следует, что для снижения стоимости привода необходимо значение передаточных чисел входящих в него ступеней выбирать из средней части диапазона значений и в первую очередь ориентироваться на стоимость наиболее дорогостояще составляющей – зубчатого редуктора. То есть, целевая функция принимает оптимальное значение при выборе значения критерия качества из определенной области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянов С.В. [и др.]. Модели и методы векторной оптимизации. Техническая кибернетика // М., Т. 5. 1973.

2. Широухов А.В., Иванов К.С. Эмпирические критерии качества виброзащитных систем пожарно-спасательной техники. // Широухов А.В., Иванов К.С. // Проблемы управления рисками в техносфере». – СПб.: СПб УГПС МЧС России.-2014 г.- № 3, .-191 с., ISSN 1998-8990.

3. Иванов М.Н. Детали машин: учеб. для студентов Вузов /Под ред. В.А. Финогенова. – М.: Высшая школа, 2003-383 с.

4. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин, Москва: Издательский центр «Академия», 2003-536 с.

УДК 621

Г. С. Шумнов, А. А. Щукин, А. А. Скачко, В. Е. Иванов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ КЛЕЕВЫМИ СОСТАВАМИ

В данной статье рассмотрена возможность ремонта деталей пожарных автомобилей с помощью клеевых составов, т.к. в ряде случаев данные составы успешно заменяют сварку, пайку, хромирование, герметизацию, а иногда являются единственно возможными средствами восстановления.

Ключевые слова: детали, пожарная техника, клей, клеевой состав.

G. S. Shumnov, A. A. Shukin, A. A. Skachko, V. E. Ivanov

RESTORATION OF PARTS OF FIRE ENGINES ADHESIVE COMPOSITIONS

In this article the possibility of repair of details of fire trucks by means of glue structures since in some cases successfully replace welding, soldering, chromium plating, sealing, and sometimes are the only possible means of restoration is considered.

Keywords: parts, fire fighting equipment, glue, glue.

В современном мире в экстремальных условиях работы, на пожарные автомобили воздействуют многочисленные факторы, приводящие к различным неисправностям. В условиях новых экономических отношений возникают значительные трудности с приобретением новой пожарной техники и поэтому возраст и величины пробега находящихся в эксплуатации машин все более увеличиваются. Потери, связанные с обеспечением ремонта машин за период эксплуатации, в несколько раз превышают их первоначальную стоимость. Своевременное устранение незначительных неисправностей, продлевает срок службы техники. Широкое применение в ремонтном производстве машин с целью восстановления изношенных деталей нашли такие виды работ как сварка, металлизация, электромеханическая обработка, пластическое деформирование, слесарная обработка, механическая обработка и склеивание. Данные способы восстановления энерго- и трудоемки, требуют наличия специального оборудования и

определенной квалификации персонала. Поэтому все чаще для ремонта автомобилей применяются различные клеевые составы.

Клеевой состав – специальный материал промышленного изготовления, предназначенный для устройства клеевого слоя. К клеевым составам относятся и полимерные материалы. Ремонт деталей полимерными материалами (пластмассами) прост, экономичен и надежен. Ими можно наращивать поверхности для создания натяга в соединении или износостойкого покрытия, заделывать трещины и пробоины, склеивать детали, выравнивать поверхности, герметизировать соединения, надежно закрывать поры в любых деталях, даже в труднодоступных местах. Клеевые составы и пластмассы в ряде случаев успешно заменяют сварку и пайку, хромирование и за твердевание, а иногда являются единственно возможными средствами восстановления. Кроме того, в робототехнике полимерные материалы оказывают неоценимую помощь при сборке и восстановлении деталей и узлов робототехнических устройств.

Клеевые составы разделяются на анаэробные, кремнийорганические, эпоксидные и др. и обладают своими преимуществами и недостатками. Анаэробные составы применяются для стопорения и контровки резьбовых соединений, сборки цилиндрических соединений типа «вал-втулка». Кремнийорганические составы используются для уплотнения плоских стыков в узлах двигателей, компрессоров, редукторов, насосов и др. Эпоксидные составы применяются в качестве антикоррозионных покрытий, для устранения трещин и пробоин (в том числе и аварийных повреждений), ликвидации протечек в корпусных деталях, заделки кавитационных, коррозионных и эрозийных раковин и свищей.

Проведенный обзор показал, что использование для ремонта машин полимерных клеевых составов является одним из наиболее простых и дешевых методов ремонта, так как он не требует высокой квалификации ремонтников и использования специального оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Безбородько М.Д.* Пожарная техника: учебник. / Под ред. М.Д. Безбородько. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. – 550 с.
2. *Темников В.Н.* Применение полимерных материалов при техническом обслуживании и ремонте машин / В.Н. Темников, В.И. Башкирцев, Ю.В. Башкирцев. М.: ФГБОУ «РИАМА», 2011. – 229 с.
4. *Иванов В.Е.* Применение 3D-принтера для создания прототипа робота // NovaInfo.Ru. 2016. Т. 3. № 53. С. 30-33.
5. *Легкова И.А., Зарубин В.П., Иванов В.Е.* Использование трехмерной графики при изучении устройства узлов механизмов. Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 85-летию Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени Д.К. Беляева. Иваново. 2015. С. 140-143.

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОЦЕССЫ

УДК 621.89.09; 004.94

О. В. Блинов^{}, В. А. Годлевский^{**}, А. С. Парфенов^{***}*

^{*} ФГБОУ ВО Ивановский политехнический университет

^{**} ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

^{***} ФГБОУ ВО Ивановская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения России

ПРОГРАММА ВЫБОРА НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО КОМПОНЕНТА СМАЗОЧНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Дана общая характеристика и описаны возможности разработанного авторами программного обеспечения, позволяющего на основании метода молекулярного компьютерного моделирования выбрать в качестве трибоактивной присадки для смазочного материала оптимальное вещество.

Ключевые слова: трение, смазочный материал, молекулярное моделирование.

O. V. Blinov, V. A. Godlevskiy, A. S. Parfenov

THE PROGRAM FOR CHOICE OF LUBRICATION COMPOSITION MOST EFFECTIVE COMPONENT

The general characteristic is given and possibilities of developed by authors software, allowing on the basis of method of molecular computer modelling to choose as tribo-active additive for lubrication material the optimal substance is described.

Keywords: friction, lubrication material, molecular modelling.

При определении смазочных способностей исследуемых материалов с использованием физических и триботехнических экспериментов отмечается сложность оценки трибологических свойств ввиду необходимости проведения большого объема экспериментов с соответствующими затратами материалов и времени. Кроме того, физические способы не позволяют исследовать широкий спектр смазочных материалов ввиду ограниченности материальной базы химических веществ. При этом современное развитие программного и аппаратного обеспечения позволяет преодолеть вышеперечисленные ограничения путем использования компьютерного моделирования трибосистем с применением методов молекулярной динамики [0].

Исходя из накопленного нами материала, касающегося компьютерного моделирования трибосистем [0, 0], нами была разработана «Программа выбора наиболее эффективного компонента смазочной композиции» [0], которая предназначена для поиска наиболее эффективного смазочного компонента из ряда исследуемых компонентов, путем замены физического эксперимента на виртуальный с автоматическим проведением экспериментов для каждого компонента смазочного слоя, посредством

управления программными средствами, реализующих методы молекулярной механики, квантовой химии и молекулярной динамики (например, HyperChem).

Программа способна рассчитывать: потенциальную энергию системы, ориентационный коэффициент, общий коэффициент упорядоченности молекул в смазочном слое и максимальное значение потенциальной энергии системы, которые коррелируют с силой трения; после чего по полученным данным путем сравнения их между собой программа определяет наиболее эффективное смазочное средство. Пошаговый алгоритм работы программы представлен на рис. 1.

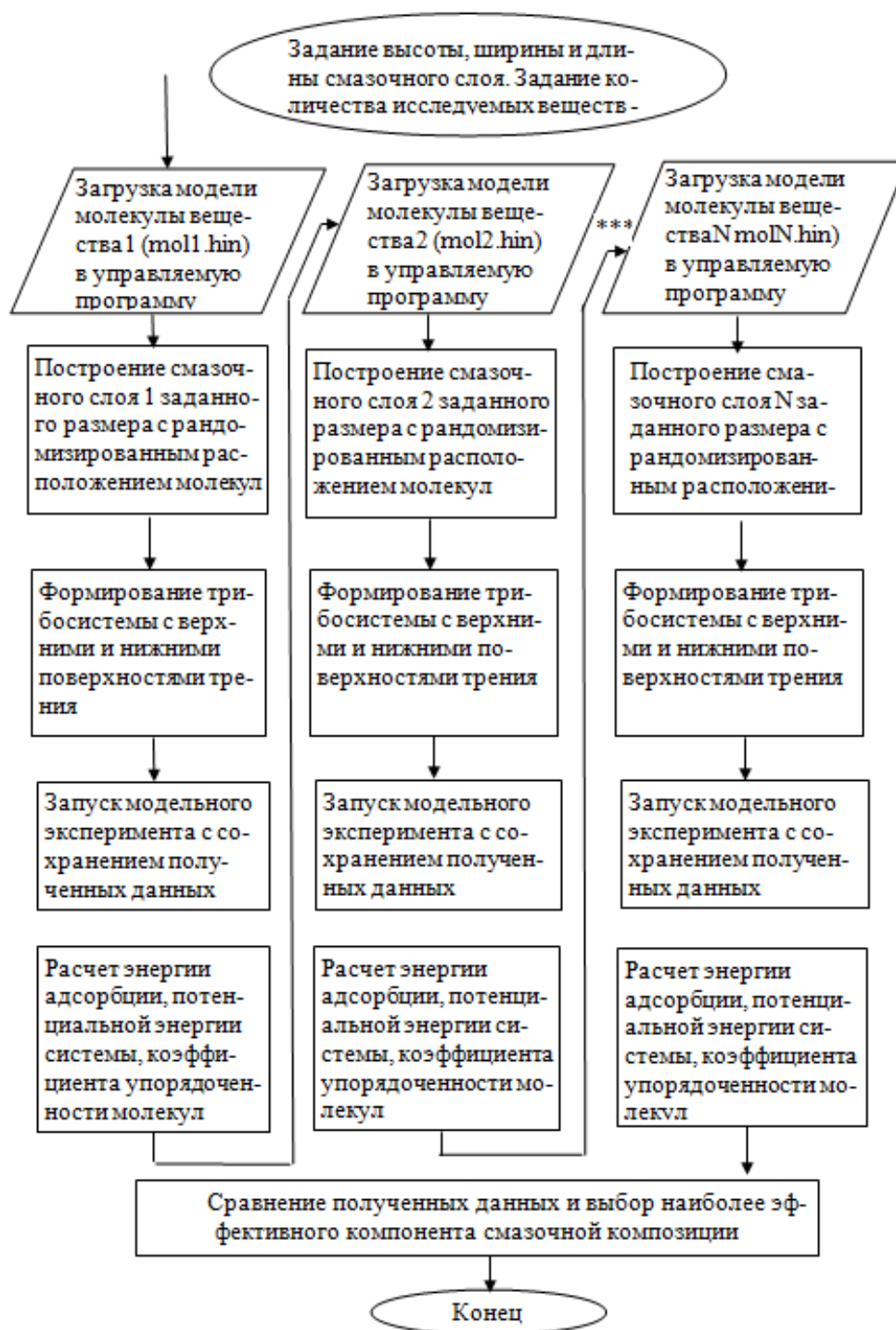


Рис. 1. Алгоритм работы программы

Результаты оценки эффективности смазочных свойств ряда веществ с помощью разработанной программы приведены в таблице. Эксперимент показал, что наименьшим из значений потенциальной энергии системы при сдвиге верхней поверхности трения (которое коррелирует с напряжением сдвига) обладает глицерин, при этом это же вещество имеет наибольший коэффициент упорядоченности молекул.

Таблица. Результаты исследования трибосистем с разными трибоактивными веществами

Наименование вещества	Межфазная поверхностная энергия (энергия адсорбции), ккал/мол	Максимальное значение потенциальной энергии системы при сдвиге верхней поверхности трения, ккал/мол	Коэффициент упорядоченности молекул
Динатриевая соль сульфоянтарной кислоты	1733	6357,8	0,68
Деканол	8,75	6122,5	0,63
Олеиновая кислота	1135	6149,7	0,72
Глицерин	90	5700,6	0,74

Динатриевая соль сульфоянтарной кислоты имеет наибольшую потенциальную энергию системы. Таким образом, из исследуемых материалов наименьшим напряжением сдвига, а значит и коэффициентом трения обладает глицерин, что свидетельствует о его наибольшей эффективности как смазочного компонента по сравнению с другими веществами.

Для достоверности получаемых результатов были проведены эксперименты с наиболее часто используемым в триботехнике способом, основанном на измерении, с использованием трибометра ТАУ-1, коэффициента трения пары трения сталь-сталь по схеме «палец-плоскость» при возвратно-поступательном движении. Средняя скорость скольжения составляла 2,5 см/с, нормальная нагрузка — 0,1 Н. Для испытаний в качестве смазочных материалов выбирали вещества, приведенные в таблице. Смазочный материал однократно наносили на плоскость скольжения.

Для сравнения результатов эксперимента строилась корреляционная зависимость, при этом по оси ординат откладывались значения коэффициента трения полученных при исследовании веществ экспериментальным способом с использованием трибометра ТАУ-1, а по оси абсцисс откладывались полученные заявляемым способом значения потенциальной энергии системы при сдвиге верхней поверхности трения; после чего определялся коэффициент линейной корреляции. Из графика (рис. 2) видно, что коэффициент линейной корреляции между расчетной оценкой сдвигового сопротивления смазочного материала путем молекулярного моделирования и экспериментально измеренным коэффициентом трения составляет $R = 0,97$, что подтверждает достоверность полученных расчетом результатов.

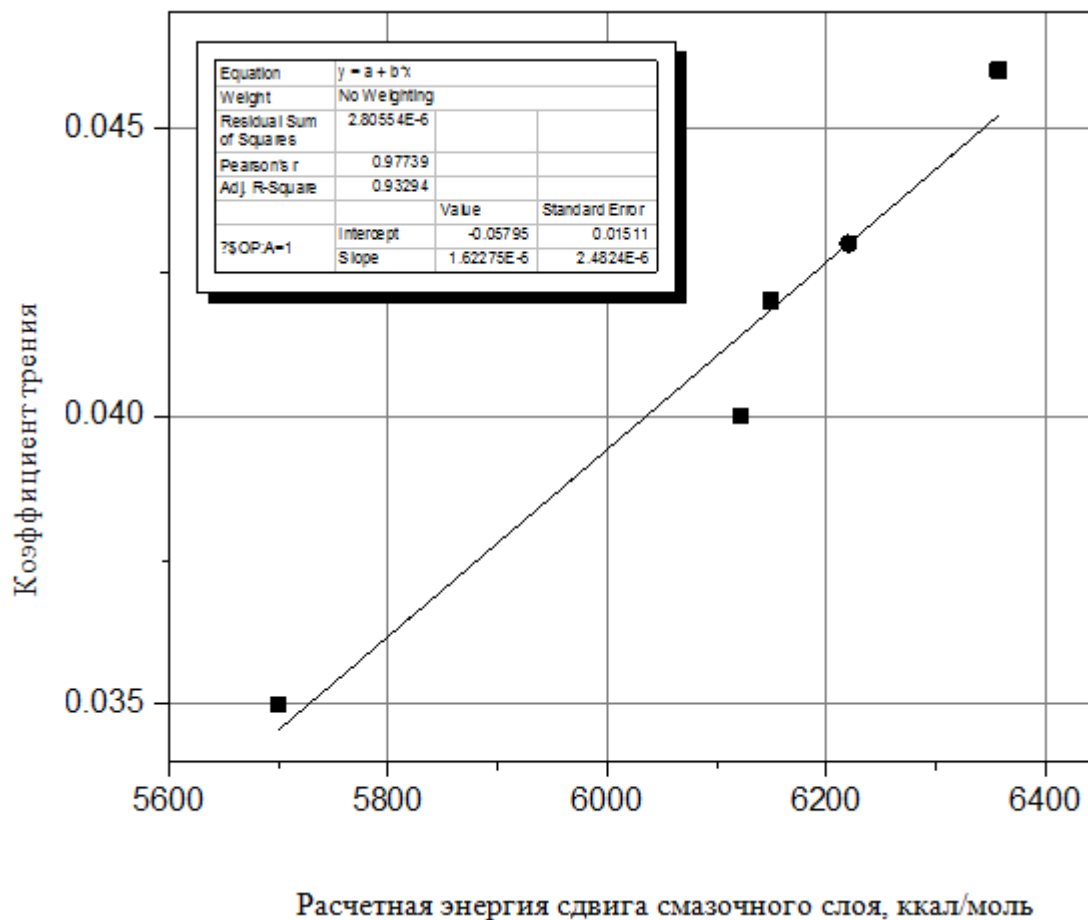


Рис. 2. Результаты оценки эффективности смазочных материалов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wu C.D., Lin J.F., Fang T.H. Molecular dynamic simulation and characterization of self-assembled monolayer under sliding friction // Computational Materials Science. 2007. V. 39. P. 808–816.
2. Godlevskiy V.A., Kuznetsov S.A., Berezina E.V., Bogomolov M.V. A Software Complex for Molecular Simulation of Boundary Lubrication Layers // Journal of Friction and Wear, 2012, Vol. 33, No. 1, pp. 5–10.
3. Godlevskiy V.A., Blinov O.V. Computing of the Molecular Orientation State of the Lubrication Layer // Procedia Eng., 2016. V. 150, P. 584–589.
4. Блинов О.В., Годлевский В. А. Программа выбора наиболее эффективного компонента смазочной композиции. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ: № 2016662003

УДК 621.762.001

В. В. Бойцова, М. Ю. Колобов, А. С. Максимов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ МЕТАЛЛОСТЕКЛЯННЫХ ЖЕЛЕЗОГРАФИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Приведены перспективные металлостеклянные антифрикционные материалы, разработанные с учетом порошковой металлургии.

Ключевые слова: композиционные материалы, молибденборосиликатное стекло, порошковый железуграфит, стеклонаполненные материалы.

V. V. Boytsova, M. Yu. Kolobov, A. S. Maximov

TECHNOLOGY OF MANUFACTURE OF POWDER GLASSCONTAINING IRON GRAPHITE MATERIALS

In this article are given perspective glasscontaining antifriction materials by methods of powder metallurgy.

Keywords: composition materials, molybdenumboronsilikate glass, powder iron graphite, glasscontaining materials.

Композиционные пористые материалы, получаемые методами порошковой металлургии, относятся к числу перспективных материалов триботехнического назначения. Варьирование исходными компонентами, технологическими режимами обработки с последующим наполнением их смазочными материалами открывает широкие перспективы по созданию антифрикционных самосмазывающихся конструкционных материалов. Среди таких композитов можно выделить направление, где в качестве антифрикционного компонента используются стеклонаполнители. Введение стеклоподобных материалов позволяет повысить коррозионную стойкость и одновременно улучшить триботехнические свойства этих материалов.

В работах по порошковой металлургии отмечается положительное влияние на триботехнические характеристики подшипников, узлов трения оксидов: V_2O_5 , MoO_3 , WO_3 , поэтому желательно исследовать легкоплавкие стекла, содержащие какой-то из этих оксидов [1]. В данном случае остановились на MoO_3 , как на возможном стеклообразователе, позволяющем, на наш взгляд, получить технологически приемлемые стекла.

Температура начала размягчения молибденборосиликатного стекла значительно меньше температуры спекания порошковых стеклосодержащих железуграфитов – 1078 °С, поэтому в процессе спекания частицы стекла находятся в легкотекучем состоянии и растекаются по порам.

Полученное стекло измельчалось в мельнице ударно-отражательного действия и отбиралась фракция 45 – 70 мкм, которая и вводилась в шихту порошкового материала на основе железа в качестве твердого включения.

Порошки графита, молибденоборосиликатного стекла и железа перемешивали в смесителе в течение 1,5 час., из полученной шихты прессовали в стальной пресс-форме под давлением 400 МПа, 450 МПа и 500 МПа образцы, и спекали в среде эндогаза при температуре 1078°C в течение 1,5 час.

Технология изготовления композиционного железографита со стеклянными частицами не имеет существенных отличий от технологии изготовления серийных железографитов ЖГр1 и ЖГр3. Распределение частиц наполнителя по объему матрицы равномерное, формуемость изделия хорошая. Оптимальное содержание наполнителя составляет (3 - 7) мас. %.

Прессование предназначено для получения спрессованных деталей определенной конфигурации из порошков. Это, собственно формирование будущего изделия. При прессовании используются жесткие пресс-формы, изготовленные из закаленных высоколегированных сталей или твердых сплавов.

Образцы прессовали в стальных пресс-формах на гидравлическом прессе Р-5 и ГМС-50. Прессование одностороннее и одностадийное. Для анализа влияния давления прессования на свойства железографитовых образцов и стеклонеполненных железографитов было выбрано давление - 400 МПа, 450 МПа и 500 МПа.

Были сформированы образцы колодки (тип «частичный вкладыш»), представляющие собой параллелепипеды с размерами 10×10×10, одна из сторон которых описана радиусом, равным радиусу контртела — ролика ($R = 20$ мм).

Насыпная плотность – это объемная характеристика порошка, которая представляет собой вес единицы объема при свободной насыпке. Величина насыпного веса зависит от плотности усадки частиц, она тем больше, чем крупнее, правильнее форма частиц. Наличие выступов и неровностей на поверхности частиц, а также увеличение удельной поверхности порошка затрудняет относительное перемещение частиц, что приводит к уменьшению насыпного веса. Насыпной вес оказывает влияние на процессы объемного дозирования и прессования, на величину усадки при спекании (чем меньше насыпной вес, тем больше усадка). Насыпную плотность определяли волюмометром.

Текучность характеризует способность порошка к пересыпанию и определяется скоростью истечения навески порошка через отверстие заданного сечения. Текучность уменьшается при увеличении удельной поверхности и шероховатости частиц, а также при усложнении их формы, т.к. при этом затрудняется относительное перемещение частиц из-за увеличения сил трения между ними. Окисление порошков повышает текучность в результате сглаживания рельефа поверхностей частиц. Влажность порошка значительно повышает текучность. Текучность порошка определяли по навеске 50 г в стеклянной воронке диаметром 80 мм с углом конуса 60° с диаметром выходного отверстия 5 мм.

Спекание – это одна из главных операций технологии изготовления композиционных материалов методом порошковой металлургии. Спекание порошковых материалов — это тепловая обработка свободно насыпанного или спрессованного порошка при 0,7 - 0,9 абсолютной температуры плавления металла порошка в однокомпонентной системе или ниже температуры плавления основного металла в многокомпонентной системе порошков. Спекание любой системы состоит из нагрева прессовок до заданной температуры, изотермической выдержки при этой температуре и охлаждения до комнатной температуры.

При спекании порошковых материалов происходит удаление из них газов, адсорбированных на поверхности частиц, возгонка различных примесей, снятие остаточных напряжений на контактных участках между частицами и в самих частицах, восстановление оксидных пленок, растворение их, перестройка поверхностного слоя в результате диффузии и переноса металла в виде пара с одних мест в другие, рекристаллизация и т.п. [1]

Полученный в процессе спекания композиционный материал состоит из металлической матрицы, пор, неметаллических включений и других составляющих, которые распределены в основной металлической матрице.

Спекание характеризуется совокупностью явлений, направленных на изменение количества и качества межчастичных контактов, образованных при уплотнении полидисперсных систем.

В основе этих изменений лежит процесс диффузионного взаимодействия компонентов, составляющих спекаемый материал.

Основной особенностью печей для спекания изделий из порошков является возможность проведения нагрева в защитных средах.

Последнее время в качестве защитной среды широко применяется эндогаз, получаемый частичным сжиганием природного газа. Получение эндогаза значительно дешевле, чем водорода или диссоциированного аммиака, он обладает хорошими защитными свойствами. Это обуславливает широкое распространение эндогаза при спекании.

В нашем случае спекание опытных образцов производили в печи конвейерного типа АСДИМ-200 с защитно-восстановительной средой — эндогаз (CO , H_2 , N_2) ($T_{\text{max}} = 1078^\circ\text{C}$ - для железуграфитовых образцов).

Спекаемые изделия укладывали на конвейер в специальных поддонах, изготовленных из жаропрочных титановых сплавов, и перемещали вдоль печи навстречу эндогазу, подаваемому из зоны охлаждения. После спекания образцы взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

Независимо от состава материала и давления прессования потери массы образцами находятся в пределах (в среднем) от 2,5 % до 3,5 %, что является приемлемым для изготовления деталей узлов трения из этого материала.

Это изменение размеров после спекания определялось по направлению прессования: параллельно или перпендикулярно прессованию. Зная эти параметры, можно определить изменение объема образцов. После спекания образцов большая их часть дала положительные усадки, т.е. происходит увеличение удельной плотности материала, что следует учесть при проектировании прессового инструмента.

По мере повышения температуры стеклянная фаза становится менее вязкой и способной к проникновению в поровые каналы металлической основы, что обеспечивает активирование усадки материала в целом. В области высоких температур, когда активно идут диффузионные процессы в металлической фазе, стекло препятствует усадке, как бы «распирая» металлический каркас.

Величина масловпитываемости требуется для определения объема масла, запасенного в материале. Методику определения масловпитываемости проводили по ГОСТ 24903-81. Она заключается в следующем: предварительно взвешенные образцы помещали в термостойкую масляную ванну и заливали маслом индустриальным И-40. Емкость устанавливали на 2 часа в сушильный шкаф с терморегулятором. Температуру в шкафу устанавливали в пределах $100 \pm 5^\circ\text{C}$. Затем, после охлаждения ванны с образ-

цами до комнатной температуры, образцы вынимали из ванны, обсушивали фильтровальной бумагой и взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

Маслоразрываемость стеклосодержащих железистых графитов достаточно высокая, исходя из литературных данных. Это свидетельствует об оптимальной пористости изделий, что вызвано, по-видимому, особенностью данного стекла. Боратная фаза, видимо как более легкоплавкая, сильнее растекается по поверхности частиц металла – смачивая их, и образуя заметный контакт, а силикатная фаза служит перемычками между этими боратными прослойками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьячкова Л.Н. Порошковые материалы на основе железа. / Л.Н. Дьячкова, Л.Ф. Керженцева, Л.В. Маркова. – Мн.: «Тонпик», 2004. – 228 с.

УДК 621.92: 665.7.038.2

В. А. Годлевский^{*}, Н. И. Замятина^{}, С. Диарра^{***}**

^{*}ФБГОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

^{**}ФБГОУ ВО Ивановский государственный университет

^{***}ФБГОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ИСПЫТАНИЯ НЕКОТОРЫХ ПОВЕРХНОСТНО АКТИВНЫХ ПРИСАДОК В СОСТАВЕ СОТС ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ

Описаны методика и результаты триботехнических испытаний специально разработанных трибоактивных присадок к СОТС для лезвийного резания. Показано, что исследованные присадки заметно улучшают противозадирные свойства базового масла.

Ключевые слова: смазочный материал, присадка, резание металлов.

V. A. Godlevskiy, N. I. Zamjatina, S. Diarra*

TESTS OF SOME SURFACE ACTIVE ADDITIVES IN METALWORKING FLUIDS AT CUTTING OF METALS

The technique and results of tribo-technical tests specially developed tribo-active additives to metalworking fluids for edge cutting are described. It is shown, that the investigated additives considerably improve the anti-seizure properties of base oil.

Keywords: lubricating material, additive, metal cutting.

Важным фактором повышения эффективности лезвийной обработки современных металлических материалов является использование рациональных составов СОТС. Однако, широкому применению СОТС на операциях механической обработки препятствуют постоянно ужесточающиеся требования экологической безопасности. Исходя из этих требований, в современном производстве ограничивается применение токсичных и огнеопасных углеводородных СОТС.

Одним из путей выхода из данной ситуации является применение пластичных смазочных материалов (ПлСОТС) на некоторых операциях, особенно при повышенных требованиях к свойствам обработанной поверхности [1, 2]. Однако применение товарных пластичных смазок для резания труднообрабатываемых материалов возможно только при введении в их состав эффективных присадок.

Наиболее надёжный метод оценки технологических свойств СОТС состоит в их испытании на тех станках, на которых они будут применяться на заводе [3]. Однако такой метод не всегда может быть применён ввиду длительности цеховых испытаний, их высокой стоимости и большого разброса экспериментальных данных вследствие неточностей в наладке станка, трудностей в подборе инструментов и заготовок с постоянными физико-химическими свойствами.

Изучение взаимосвязей между противозадирными, противоизносными, антифрикционными свойствами СОТС и технологическими параметрами обработки (точностью, производительностью, качеством поверхностного слоя, стойкостью инструмента) позволяет более целенаправленно вести разработку СОТС, шире применять для предварительной оценки СОТС машины трения [4].

Смысл трибологического испытания СОТС состоит в определении роли смазочных свойств СОТС в обеспечении их эффективности при резании материалов. Роль трибологических экспериментов довольно высока, поскольку высока роль смазочного действия СОТС, складывающегося из различных составляющих смазочных свойств — антифрикционных, противоизносных и противозадирных.

В этих жёстких условиях пары трения инструмент – деталь и стружка – инструмент работают в состояниях, близких к задиру. Поэтому для наиболее корректного трибологического испытания СОТС необходимо создать в зоне трения условия, близкие к задиру. Высокие давления можно получить, уменьшая номинальную площадь контакта трущихся деталей. Существуют схемы трения трёх основных типов по условиям контакта: плоский контакт, линейный и точечный. Последний обеспечивает наибольшие контактные давления.

Смазочное действие разработанных присадок мыл оценивалось измерением коэффициента трения. Испытания проводились на машине трения ИИ-5080 по схеме «вращающийся диск – неподвижный ролик». Вращающийся диск выполнен из инструментальной быстрорежущей стали, а неподвижный ролик – из стали 20. Вращающийся диск имеет диаметр 45 мм и толщину 1 мм, а неподвижный ролик диаметр 40 мм и толщину 10 мм. Неподвижный ролик можно поворачивать и перемещать по двум направлениям для проведения большого количества экспериментов.

Для испытаний разработанные присадки растворили в масле И-20А. Смазки вносились в зону трения капельно. Испытания каждого смазочного материала проводились при скорости скольжения 1,2 м/с, пути 0,3 км и нагрузках от 0,1 кН до 0,8 кН с шагом 0,1 кН.

При этом фиксировался момент трения для каждого смазочного материала. По значению момента трения определяли коэффициент трения. Результаты испытаний разработанных присадок показаны на рисунке. В целом данная методика экспресс-оценки противозадирных свойств смазочных материалов может оказаться полезной для быстрого определения пригодности того или иного смазочного материала к использованию в качестве СОТС. Исследование показало, что все разработанные мыльные присадки к СОТС заметно повышают противозадирную эффективность базовых сред.

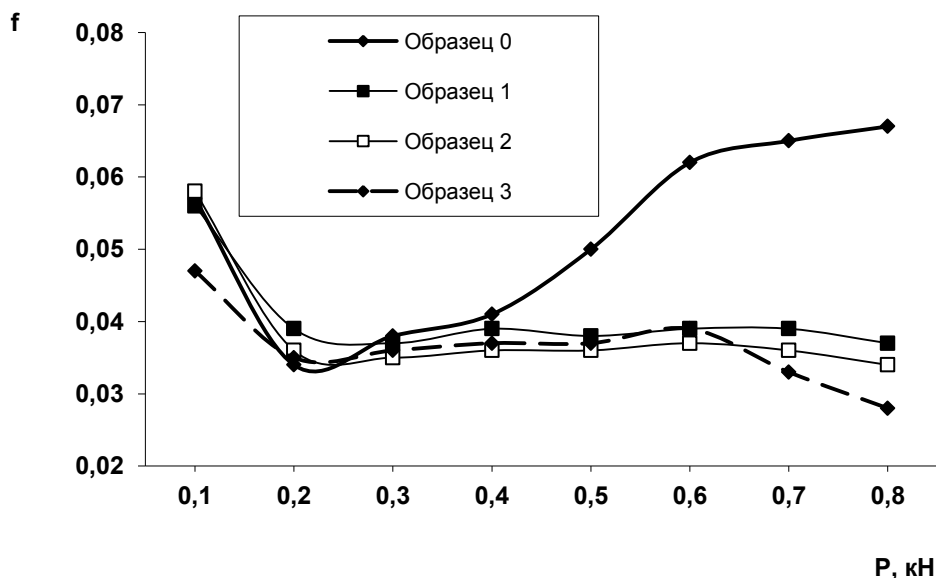


Рисунок. Результаты испытаний мыльных присадок к СОТС. Образец 0 – чистое масло И-20А, образцы 1÷3 – масло И-20А с присадками мыльных компонентов в различных комбинациях

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Молодцов А.М.* Исследование механизма действия и разработка химического состава новых пластичных СОТС разового применения: дис. ... канд. техн. наук: защищена 1996 г. : утв. Ргп/ Молодцов Алексей Михайлович. – М., 1996. – 151 с.
2. Применение пластичных смазочных материалов при металлообработке. В.А.Годлевский, Е.В.Березина, Н.И.Замятина, А.О.Магницкий. Физика, химия и механика трибосистем: Межвуз. сб. науч. тр./ Под ред. В. Н. Латышева. – Иваново : Иван. гос. ун-т, 2008. Вып. 7. – 153 с. (С110-113).
3. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием / Справочник под ред. Энтелеса С.Г. и Берлинера Э.М. — М.: Машиностроение, 1986. — С. 143-147.
4. Трение, изнашивание и смазка / Справочник под ред. Крагельского И.В., Алисина В.В. В 2-х кн. Кн.1. — М.: Машиностроение, 1978-1979. — С. 270-273.

УДК 620.17

А. Э. Козловский, М. Ю. Колобов, Н. О. Константинов, Н. М. Шилов
ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ МЕТАЛЛА МЕТОДОМ ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММ ВДАВЛИВАНИЯ

Проанализированы характеристики прочности металла, получаемые традиционными методами. Отмечена актуальность оценки прочности по показателям вязкости и пластично-

сти. Проведены экспериментальные исследования стали 20 путем построения диаграмм вдавливания. Получены зависимости, позволяющие оценивать параметры пластичности и вязкости металла.

Ключевые слова: механическая прочность, запас пластичности, вязкость разрушения, диаграмма вдавливания, коэффициент пластичности.

A. E. Kozlovsky, M. Yu. Kolobov, N. O. Konstantinov, N. M. Shilov

ANALYSIS OF THE PROCESS OF PLASTIC METAL DEFORMATION BY THE METHOD OF CONSTRUCTION OF DIAGRAMS OF INJECTION

The characteristics of the strength of the metal obtained by traditional methods are analyzed. The urgency of the evaluation of strength by viscosity and plasticity is noted. Experimental studies of steel 20 have been carried out by plotting indentation diagrams. Dependences have been obtained that make it possible to evaluate the parameters of ductility and the viscosity of a metal.

Keywords: mechanical strength, stock of plasticity, fracture toughness, punch diagram, the coefficient of plasticity.

Многообразие схем нагружения и возникающих напряжённых состояний в материале предполагает многообразие характеристик механической прочности. Те характеристики, которые в прочностных расчётах сравниваются через коэффициенты запаса прочности с расчётными напряжениями в деталях, определяемыми методами теории упругости, сопротивления материалов и другими, называются предельными, или расчётными.

Однако оценка прочности деталей машин только по предельным характеристикам прочности, определяемым при механических испытаниях в лабораторных условиях, недостаточна, так как при переходе к условиям эксплуатации поведение материала изменяется. Наличие концентраторов напряжений, масштабный фактор, возможные изменения скорости нагружения, схемы напряжённого состояния, а также точности изготовления деталей и качества сборки могут существенно влиять на показатели механических свойств материала, особенно на сопротивление разрушению.

В связи с этим были выработаны новые критерии оценки работоспособности металлов, которые могли бы объективно оценить сопротивление разрушению в наиболее жёстких условиях нагружения. К числу таких критериев относятся параметры вязкости разрушения (или трещиностойкости).

Методы определения параметров вязкости разрушения занимают всё большее место в металловедении наряду с уже давно существующими методами оценки статической и динамической прочности по данным традиционных испытаний на растяжение, усталость, ударную вязкость при различных температурах и т.д. Однако параметры вязкости разрушения (при наличии надёжной методики испытаний) являются константами материала, а свойства, определяемые при традиционных испытаниях, в большой степени зависят от размеров и формы конкретного лабораторного образца [1].

Таким образом, для надёжной эксплуатации ответственных деталей машин высокой прочности является обеспечение определённого запаса пластичности и вязкости, т.е. характеристики пластичности и вязкости являются как бы составными элементами прочности металла.

В процессе пластической деформации происходит упрочнение металла за счёт перемещения отдельных составляющих его кристаллической структуры. На перемещение затрачивается работа, величина которой определяется вязкостью металла. По мере увеличения деформации и затраченной на неё работы запас вязкости расходуется, способность металла к пластической деформации снижается, характеристики прочности растут.

В настоящее время для определения вязкости разрушения наиболее распространены испытания металлов при ударном изгибе образца с надрезом, а также при статическом внецентренном растяжении образца с надрезом и трещиной. Однако для проведения этих испытаний требуется точное изготовление большого количества образцов и их невозможно применить к готовым изделиям.

В работе [2] авторы показали, что процесс пластической деформации металла можно изучать с помощью испытаний статическим вдавливанием стандартного шарового индентора в плоскую поверхность испытуемого материала и уравнения Мейера:

$$P = ad^n, \quad (1)$$

где a и n – постоянные коэффициенты, характерные для данного материала; a зависит от диаметра шара; n зависит от способности металла к пластическому деформированию.

В данной работе исследовался процесс пластической деформации стали 20. Испытания проводились на приборе для определения твёрдости методом Бринелля. В качестве инденторов применялись стандартные шары диаметром $D = 2,5; 5$ и 10 мм. Усилие вдавливания P изменялось от 300 до $300\,000$ Н. Время вдавливания составляло 15 с. Диаметр отпечатка (лунки) d определялся с точностью до $0,05$ мм.

На рис. 1 показаны зависимости деформации металла от нагрузки при различных инденторах. Как видно, они имеют степенной характер. Из этих зависимостей следует, что по мере увеличения нагрузки способность металла к пластической деформации снижается, запас вязкости постепенно вырабатывается, происходит явление наклёпа.

На основании полученных кривых была построена усреднённая линейная зависимость «нагрузка – деформация» в осях $\ln P_1/P_2 - \ln d_1/d_2$ (рис. 2).

Тангенс угла наклона прямой соответствует коэффициенту пластичности n в уравнении Мейера:

$$\operatorname{tg} \alpha = n = \frac{\ln P_1/P_2}{\ln d_1/d_2}, \quad (2)$$

где P_1 и P_2 – произвольные нагрузки в первом и втором опыте; d_1 и d_2 – диаметры лунок, соответствующие указанным нагрузкам.

Усреднённый коэффициент n можно рассматривать как объёмную характеристику способности металла к пластической деформации. Для исследованной стали $n = 2,30$.

В ходе экспериментов отмечено, что в частных случаях коэффициент пластичности зависит от отношения P_1/P_2 (рис. 3).

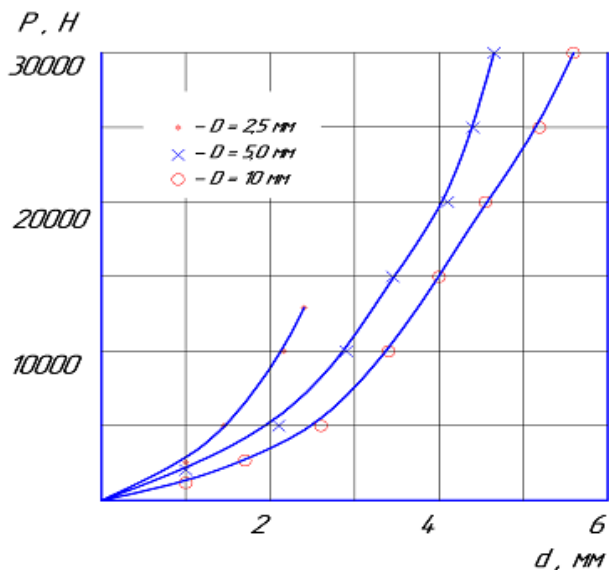


Рис. 1. Зависимость деформации от нагрузки

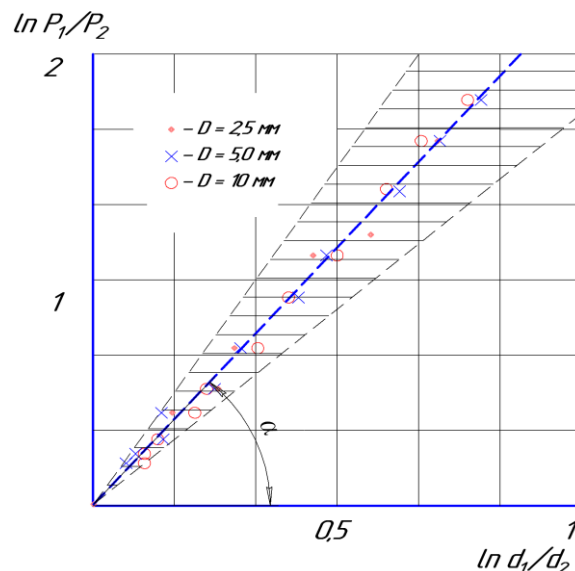


Рис. 2. Логарифмическая зависимость деформации от нагрузки

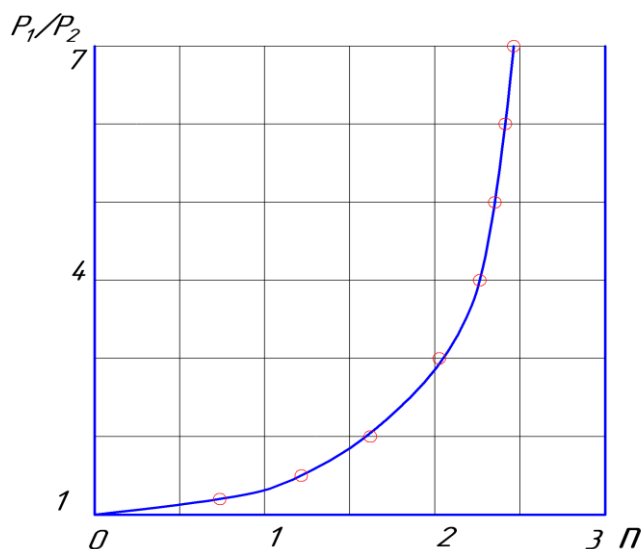


Рис. 3. Зависимость коэффициента пластичности от отношения P_1/P_2

Из рисунка видно, что чем больше данное отношение, тем больший запас вязкости должен иметь металл для осуществления соответствующей пластической деформации, тем больше затрачиваемая на это работа. Свидетельствует об этом и заштрихованная область на рис. 2, полученная по опытам с малыми значениями P_1/P_2 . В зависимости от интервала нагрузок коэффициент пластичности n для стали 20 принимает значения от 1 до 2,5.

Таким образом, с помощью диаграмм вдавливания металла можно оценивать его способность к пластической деформации и запас вязкости, препятствующий его разрушению. Данная методика позволяет контролировать свойства изделий, получаемых, например, листовой штамповкой, в результате которой металл получает в разных частях детали различную структуру и свойства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М.:МИСИС, 1998. – 400 с.

2. Козловский А.Э., Колобов М.Ю., Смирнов Д.В., Потапова К.В. Определение коэффициентов пластичности при неразрушающем контроле механических свойств // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов. – Иваново, 2017. – С. 101-105.

УДК 621.01

С. Э. Кузьева, В. П. Зарубин, И. А. Легкова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРОЦЕСС ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ

В данной статье рассматривается общая проблема трения, смазки и износа.

Ключевые слова: трение, износ, масла, смазки, пожарная техника, работоспособность.

S. E. Kuzyaeva, V. P. Zarubin, I. A. Legkova

THE INFLUENCE OF LUBRICANTS ON THE PROCESS OF FRICTION AND WEAR

This article discusses the General problem of friction, lubrication and wear.

Keywords: friction, wear, oil, grease, fire engineering, performance.

При рассмотрении вопроса о трении и износе неоднократно подчеркивалось, что одним из наиболее эффективных мероприятий по борьбе с износом является смазка.

Износ деталей при наличии между ними смазки в значительной мере зависит от свойств смазочного материала, режима смазки, качества защитных устройств, препятствующих проникновению в соединение абразивных частиц [1].

Основными свойствами, определяющими качество масел, являются: вязкость, маслянистость, процентное содержание кислот, щелочей и механических примесей.

В настоящее время для смазки машин и механизмов применяют почти исключительно минеральные масла, получаемые из нефти. Маслянистость этих масел увеличивают путем добавки к ним специальных присадок [2, 3]. Высокую маслянистость имеют масла, содержащие смолы (не прошедшие очистку), а также остаточные масла (нигрол, полугудрон). Применять такие масла в циркуляционных системах смазки нельзя так как они образуют осадки и эмульсии, закупоривающие масляные каналы.

При граничной смазке поверхности сопряженных тел разделены слоем смазочного материала весьма малой толщины. Наличие граничного слоя или граничной пленки снижает силы трения, по сравнению с трением без смазочного материала, в 2–10 раз и уменьшает износ сопряженных поверхностей в сотни раз. Механизм трения при граничной смазке представляется в следующем виде. Под нагрузкой происходят упругая и пластическая деформации на площадках контакта, под которыми здесь сле-

дует понимать площадки наиболее близкого прилегания поверхностей, покрытых граничной пленкой смазочного материала, вплоть до мономолекулярного слоя [4]. На площадках контакта может произойти взаимное внедрение поверхностей без нарушения целостности смазочной пленки. Сопротивление движению при скольжении складывается из сопротивления сдвигу граничного слоя и сопротивления «пропахиванию» поверхностей внедрившимися объемами.

Благодаря подвижности молекул смазочного материала на поверхности трения адсорбция протекает с большой скоростью, что сообщает смазочной пленке свойство «самозалечивания». Это свойство играет большую роль в предупреждении лавинного процесса схватывания.

Эффективность смазочного материала помимо факторов адсорбции зависит от химического взаимодействия металла. Жирные кислоты, вступая в реакцию с металлом поверхности, образуют мыла, т.е. металлические соли жирных кислот, способные вследствие свойственной им высокой когезии выдерживать без разрушения значительные деформации. Химическим явлениям принадлежит важная роль в организации смазочного действия.

По содержанию кислот и щелочей смазочные материалы должны быть нейтральными. Однако при очистке некоторых масел имеющаяся в них кислота нейтрализуется не полностью. Присутствие кислот в масле вызывает коррозию металла и ускоряет износ деталей. Небольшое количество щелочей в смазке оказывает заметного влияния на износ деталей, но вызывает потемнение трущихся поверхностей, изготовленных из цветных металлов.

Механические примеси попадают в масла при их транспортировании и хранении, а также при работе машин в запыленных условиях. К механическим примесям следует отнести продукты износа, появляющиеся в масле в процессе работы машины. Содержание механических примесей в масле недопустимо, так как это ускоряет изнашивание деталей. Для уменьшения вредного влияния механических примесей в циркуляционных системах смазки устанавливаются масляные фильтры и производится своевременная замена загрязненного масла. В условиях строительных площадок автомобилей работают при большой запыленности воздуха, поэтому особое внимание следует уделять предупреждению попадания в масло пыли и влаги при его хранении и заправке, а также содержать в исправном состоянии уплотнительные устройства, так как в образующиеся зазоры из окружающей среды могут попадать пыль грязь и влага, ухудшающие качество масла.

В связи с невысокой термической стойкости граничной пленки, образуемой на металлических поверхностях обычными минеральными смазочными маслами, иногда прибегают к искусственному повышению ее химической активности. Этого достигают путем введения в масла специальных добавок (присадок), содержащих органические соединения серы, фосфора, хлора или эти элементы в разных сочетаниях [5]. Образовавшиеся пленки предотвращают металлический контакт, понижают сопротивление трению, препятствуют дальнейшему локальному повышению температуры. Пленка оказывает слабое сопротивление срезу, срывается и восстанавливается вновь.

Подводя итог, можно утверждать, что для любых механизмов, работающих в жестких условиях, необходимо разрабатывать смазочные материалы, способные выполнять сложные задачи по снижению трения и износа между деталями пар трения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боден, Ф.П., Тейбор Д. Трение и смазка / Ф.П. Боден, Д. Тейбор / перевод с англ. под ред. И.В. Крагельского. – М.: Машиностроение, 1960. – 151 с.
2. Киселев, В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Повышение надежности пожарной техники применением модернизированных смазочных материалов / В.В. Киселев, А.В. Топоров, П.В. Пучков // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2010. №3. С. 24–28.
3. Зарубин В.П. Перспективы применения нанопорошков силикатов в смазочных материалах, используемых в пожарной технике / В.П. Зарубин, В.В. Киселев, А.В. Топоров, П.В. Пучков, А.А. Мельников // Пожаровзрывобезопасность. Том 22, №5, 2013. – С.65-69.
4. Виноградов, Г.В., Подольский Ю.Н. Механизм противозадирного и антифрикционного действия смазочных сред при тяжелых режимах граничного трения. – О природе трения твердых тел / Г.В. Виноградов, Ю.Н. Подольский. – Минск: Наука и техника, 1971. – 293 с.
5. Терентьев В.В., Замятина Н.И., Зарубин В.П. Исследование трения и износа в маслах с нанопорошками силикатов / В.В. Терентьев, Н.И. Замятина, В.П. Зарубин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2010. - №5. С. 31–36.

УДК 538.4.62.

А. И. Лапочкин, А. А. Сидоров

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ СМАЗОК В УЗЛАХ ТРЕНИЯ

В статье обосновывается возможность использования магнитожидкостных смазок в узлах трения с пожизненным ресурсом.

Ключевые слова: магнитожидкостная смазка, узел трения.

A. I. Lapochkin, A. A. Sidorov

MAQNETOFLUID LUBRICANT IN FRICTION UNITS

Magnetofluid lubricant may be use in friction units.

Keywords: Magnetofluid lubricant, friction units.

Наиболее часто встречаемые пары трения, которые используются в машиностроении – это зубчатые передачи и различные подшипники качения. Для их смазывания используется широкая гамма смазочных материалов. Это могут быть как традиционные способы (методом окунания, смазывание специальными пластичными смазками), и такими как нанесение твёрдого смазочного покрытия на основе дисульфида молибдена, графита в зону трения, использование масляного тумана. В подшипниках – использование сепаратора из смазочного материала.

Все они имеют ряд существенных недостатков. Так метод окунания может применяться для стационарных редукторов, пластичные смазки выдавливаются из зоны трения и смазывание производится за счет сил поверхностного натяжения и т.д.

Магнитожидкостные смазки позволяют устранить ряд недостатков, присущих другим методам смазки мелкозубчатых колёс и малогабаритных подшипников качения. Возможность удержания таких смазок в зоне трения и вблизи её позволяют создать некий картер за счёт магнитного поля, что позволяет узлу работать в особых условиях (например невесомости и изменения положения относительно горизонта). Та часть магнитожидкостной смазки, которая выдавливается из зоны трения, удерживается на зубчатых колёсах и вблизи зоны трения подшипников качения за счёт магнитных полей рассеяния, создаваемых постоянными или электромагнитами.

В качестве базовой жидкости, на которой необходимо изготавливать магнитожидкостные смазки могут использоваться современные высококачественные минеральные и синтетические масла. Частицы магнитной фазы, которая является составной частью магнитожидкостной смазки, не вызывает абразивного износа, т.к. размер частиц магнитной фазы значительно меньше минимального, при котором он возникает. Все вышесказанное позволяет использовать смазки этого класса, например, в робототехнике, где имеет место постоянное изменение положения узла трения относительно горизонта и где необходим непрерывный цикл работы (например, при использовании на сборочных конвейерах). Кроме этого, весь объем магнитожидкостной смазки участвует в смазывании пар трения. Это позволяет уменьшать объем применяемого смазочного материала и уменьшать затраты на обслуживание механизмов.

Удерживание магнитожидкостной смазки вблизи зоны трения позволит значительно более эффективно восстанавливать смазочную пленку между трущимися поверхностями, как при смазывании окуном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магнитные жидкости в машиностроении. Под ред. проф. Орлова Д.В., проф. Подгоркова В.В.// М. «Машиностроение» 1993.

УДК 621.9.01

*Р. Ю. Лисицын**, *М. С. Маршалов**, *В. В. Новиков***, *К. С. Бурченков***

*ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ В УСЛОВИЯХ ГРАНИЧНОГО ТРЕНИЯ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Установлено, что коэффициент трения базовых минеральных масел при испытаниях на граничное трение существенно зависит от температуры. Свойства смазочной среды изменяются необратимо и результаты повторных испытаний не совпадают с результатами первичных испытаний. Это связано с протеканием в среде реакций окисления и появления продуктов реакций, которые обладают антифрикционными свойствами. Трение в окисленных маслах имеет более низкие значения, чем исходных и практически не изменяется от изменения температуры.

Ключевые слова: смазочные материалы, трение, граничная смазка.

R. Yu. Lisitsyn, M. S. Marshlov, V. V. Novikov, K. S. Burchenkov

THE STUDY OF THE PROPERTIES OF THE MINERAL OILS UNDER CONDITIONS OF BOUNDARY FRICTION AT ELEVATED TEMPERATURES

It was found that the coefficient of friction of base oils when tested-taniah on boundary friction significantly depends on temperature. The properties of the lubricant change is irreversible and the results of repeated trials do not coincide with the results of the initial tests. This is due to the flow in the environment of the oxidation reactions and the appearance of reaction products which possess, antifreeze-services properties. The friction in the oxidised oil has a lower value than the outcome-tion, and is practically unchanged from the temperature change.

Keywords: lubricating materials, friction, boundary lubrication.

Надежность и долговечность работы движущихся частей машин и механизмов во многом зависит от условий трения в сопряжениях, свойств смазочных материалов. Практически все тяжело нагруженные узлы трения современных машин и механизмов, смазанные жидкими и пластичными смазочными материалами, в определенный момент времени (при пуске и остановке, при высоких контактных нагрузках или температурах, при низких скоростях относительного перемещения трущихся деталей и т.д.) работают в режиме граничной смазки [1—2]. Изучение свойств смазочных материалов и их работоспособности в условиях граничного трения при повышенных температурах и давлениях является актуальной задачей.

Трение и изнашивание являются сложными процессам взаимодействия поверхностей, смазочного материала и газовой среды. Например, в работе [3] показано, что в процессе трения вследствие повышения температуры при генерации теплоты трением, а также развития механохимических эффектов и окисления трение может существенно изменяться.

Целью нашего работы было исследовать влияния нагрева на свойства смазочных материалов на разработанном нами трибометре ТЛПТ-01.

Эксперимент. Для проведения исследований использовались вазелиновое масло (ГОСТ 3164-78) и И-20А (ГОСТ 20799-88) минеральные масла

Испытания на трение проводились на разработанном нами лабораторном трибометре ТЛПТ-01 в условиях граничного трения при возвратно-поступательном движении. Описание устройства и принципа работы трибометра приведены в работе [4]. Конструкция прибора защищена патентом [5].

Общим подготовительным этапом при всех испытаниях было следующее. С целью удаления загрязнений узел трения предварительно разбирали, трущиеся детали погружали в растворитель на 20 минут, вынимали, протирали и высушивали. После этого собирали узел трения и производили притирку в сухую при скорости скольжения $v = 0.2$ см/с и нагрузке в 50 Н ($p = 70$ МПа) в течении 250 циклов возвратно-поступательного движения. После притирки насухо в зону трения вводили исследуемое смазочное вещество и прирабатывали образец на том же режиме со смазкой. Эксперименты по влиянию температуры на трение проводили при скорости скольжения $v = 0.2$ см/с и нагрузки в $N = 30$ Н ($p = 65$ МПа). Материалами пластины являлись закаленные и отпущенные стали Р6М5 и сталь 40Х. Эксперимент проводили со ступенчатым нагревом, т.е температуру стабилизировали на определенной уровне – температурной ступени (рис. 1). На каждой ступени нагрева после температурной

стабилизации проводили испытание на трение в течении 10 минут. Предельную температуру испытаний ограничивали значениями в 200 °С из-за соображений пожарной безопасности (температура вспышки масла 220 °С). Значение силы трения определяли путем усреднения показаний динамометра при прямом и обратном направлении движения контртела на случайно выбранном участке диапазона измерений. Разброс испытаний для большинства опытов был диапазоне $\pm 0,3$ Н, что соответствует погрешности в определении коэффициент трение в 10 % от измеряемой величины.

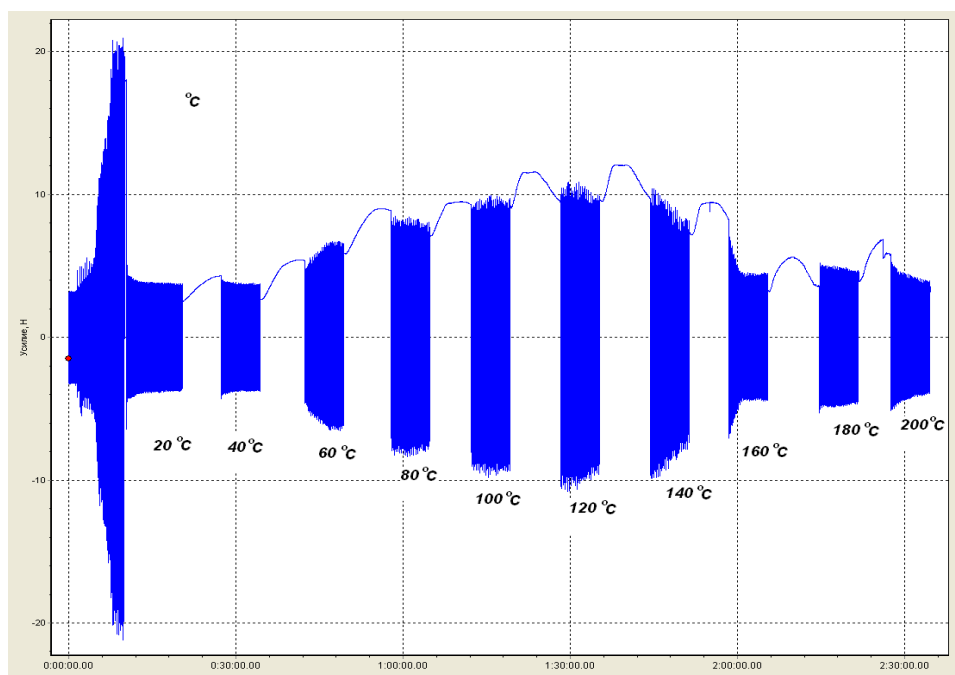


Рис. 1. Трибограмма испытаний на трение пары Р6М5—ШХ15 при ступенчатом нагреве со смазкой ($\nu = 0,2$ см/с, $l = 0,4$ см, $N = 30$ Н, вазелиновое масло)

Результаты и обсуждение. Испытание на трение термостабилизированной пары трения Р6М5—ШХ15 в вазелиновом масле (рис. 2) показало, что в данном масле коэффициент трения возрастает. Если при комнатной температуре 20 °С коэффициент трения равен 0,12 то при 80 °С он равен уже 0,27. Максимальное значение коэффициента трения $\mu = 0,34$ достигается при температуре 140 °С. Дальнейшее повышение температуры до 180 °С приводит к уменьшению коэффициента трения до 0,14—0,16. Аналогичная зависимость наблюдается и при трении термостабилизированной пары трения 40Х—ШХ15 в вазелиновом масле. В процессе эксперимента коэффициент трения возрастал от 0,14 при 20 °С до 0,33 при 140 °С и затем снижался до 0,20 при 180 °С.

Наблюдаемый эффект согласуется с результатами работы [3] и может быть объяснен химическими процессами, протекающими в вазелиновом масле при нагреве — окисления масла. В результате окисления молекулы углеводородов могут вступать в реакции с кислородом. Известно, что окисление парафиновых углеводородов в жидкой фазе является сложным химическим процессом и складывается из целого ряда параллельно и последовательно идущих реакций. В мягких условиях оказывается возможным в качестве основных продуктов окисления углеводородов получать ряд

кислородсодержащих продуктов: перекиси, спирты, кетоны кислоты и др. Образование указанных соединений протекает в большинстве случаев с соизмеримыми скоростями и приводит к получению сложной смеси кислородсодержащих продуктов [6].

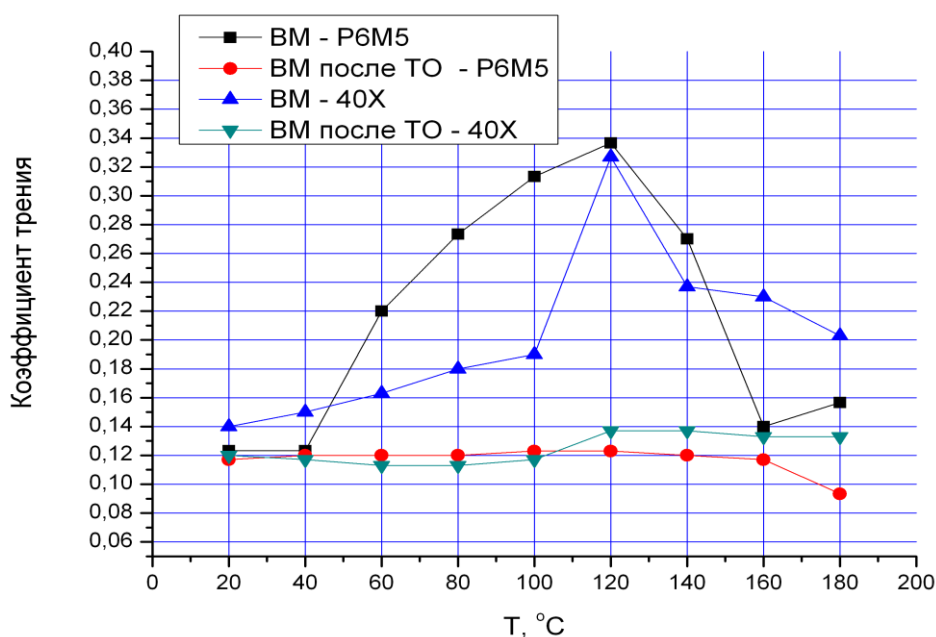


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения от температуры испытаний в исходном и окисленном вазелиновом масле для пар трения Р6М5—ШХ15 и 40Х—ШХ15 ($v = 0,2$ см/с, $l = 0,4$ см, $N = 30$ Н)

Изменение химического состава масла приводит в свою очередь к изменению состава и свойств граничных смазочных пленок. На рис. 2 видно, что свойства вазелинового масла при повторном нагреве существенно другие, чем у исходного. Температура нагрева уже практически не влияет на коэффициент трения, который и при высоких температурах остается постоянным — 0,12. Можно сделать вывод, что при окислении вазелиновое масло обогащается веществами, которые стабилизируют условия трения пары при высоких температурах и окисление в условиях трения начинается уже при 60 С.

Испытание на трение термостабилизированной пары трения Р6М5—ШХ15 в масле И20А показало, что в нем, как и в вазелиновом масле имеет место эффект окисления масла (рис. 3). Однако он значительно менее выражен, чем при окислении вазелинового масла. С ростом температуры коэффициент трения возрастает с 0,12 до 0,15 при 100—140 °С, а затем немного снижается до 0,14. Можно сделать вывод, что в промышленном масле И20А также протекают процессы окисления. Однако они незначительно изменяют свойства масла. Это возможно только при условии, что масло И20А в исходном состоянии уже содержит в качестве примесей вещества, которые обеспечивают ей низкое трение и при повышенных температурах. После охлаждения масла и повторного испытания видно, что свойства масла еще более улучшились. Начальный коэффициент трения стал менее 0,11 и в процессе нагрева практически не изменялся. Это объясняется появлением в масле новых веществ — продуктов его окисления.

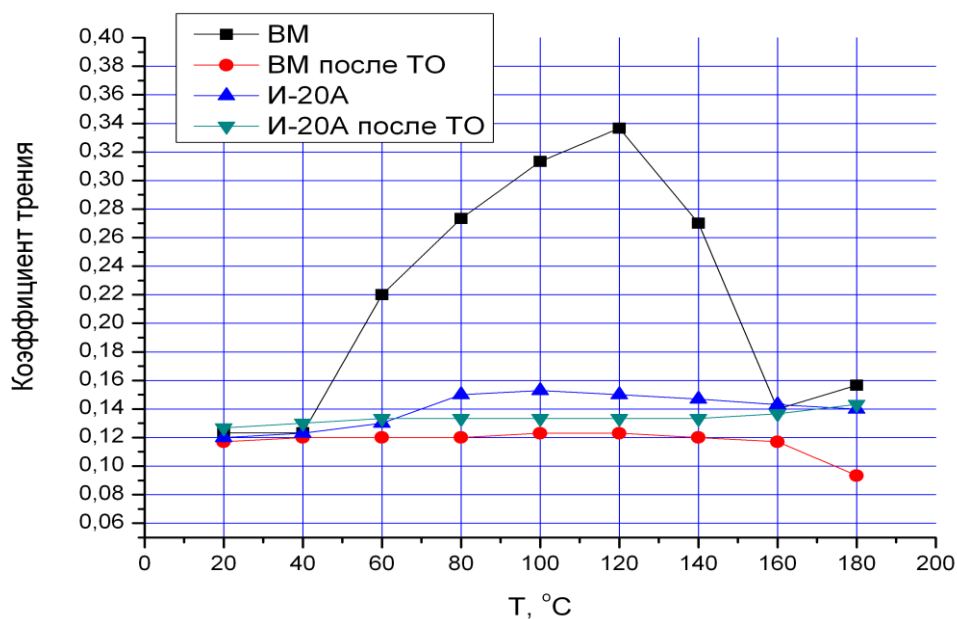


Рис. 3. Зависимость коэффициента трения от температуры испытаний в исходном и окисленном вазелиновом масле и масле И-20 для пар трения Р6М5—ШХ15 ($v = 0,2$ см/с, $l = 0,4$ см, $N = 30$ Н)

Выводы. Установлено, что коэффициент трения базовых минеральных масел при испытаниях на граничное трение в паре Р6М5—ШХ15 существенно зависит от температуры испытаний. Свойства смазочной среды изменяются необратимо и результаты повторных испытаний не совпадают с результатами первичных испытаний. Это связано с протеканием в среде реакций окисления и появления продуктов реакций, которые обладают антифрикционными свойствами. Трение в окисленных маслах имеет более низкие значения, чем исходных и практически не изменяется от изменения температуры.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по проектной части государственного задания вузу № 9.700.2014/К и гранта РФФИ № 15-43-03125 р_центр_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буяновский А.И., Захаров С.М. Смазка // Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / Под общ. ред. А.В. Чичинадзе. М. Машиностроение. С. 184—248.
2. Буяновский А.И. Граничная смазка // Современная трибология: итоги и перспективы. Отв. Ред. К.В. Фролов. М.: Издательство ЛКИ, 2008. С. 226—276.
3. Матвиевский Р.М. Граничная смазка // Трибология: исследования и приложения: Опыт США и стран СНГ. / Под ред. В.А. Белого, К. Лудермы, Н.К Мышкина. М.: Машиностроение, Нью Йорк: Аллертон пресс, 1993. С. 279—295.
4. Новиков В.В., Лисицын Р.Ю., Бурченков К.С., Афанасьева О.В. Трибометр лабораторный поступательный термостабилизированный // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2016. С. 200—203.

5. Устройство для измерения силы трения // Патент на полезную модель RUS 138016 Авторы: Новиков В.В. и др. Оpubл. 05.02.2014.

6. Эмануэль Н.М. Окисление углеводов в жидкой фазе. М: АН СССР, 1959 — 336 с.

УДК 621.01

Н. А. Мальчиков, В. П. Зарубин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЫБОР НАГНЕТАТЕЛЕЙ ГУСТОЙ СМАЗКИ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

В статье рассматривается вопрос необходимости своевременного проведения смазочных работ пожарной техники. Сделан акцент на замене пластичных смазочных материалов в узлах трения. Проводится анализ существующих нагнетателей пластичных смазок для проведения смазочно-заправочных работ.

Ключевые слова: техническое обслуживание, смазочные материалы, пожарная техника, надежность, долговечность.

N. A. Malchikov, V. P. Zarubin

THE CHOICE OF SUPERCHARGERS GREASE FOR MAINTENANCE OF FIRE EQUIPMENT

The article discusses the need for timely lubrication of fire equipment. The emphasis is placed on the replacement of plastic lubricants in friction units. The analysis of the existing superchargers of lubricating greases for lubrication and filling works is carried out.

Keywords: maintenance, lubricants, fire trucks, reliability, durability.

На надежность и долговечность машин и механизмов влияет много различных факторов. В качестве основополагающих можно выделить качество материалов деталей, технологию их производства и сборки, качество горючего и смазочных материалов, условия эксплуатации, правильную организацию и выполнение обслуживания и ремонта. На некоторые из перечисленных факторов потребитель, эксплуатирующий какое-либо техническое средство, может повлиять. Например своевременно и правильно организовать техническое обслуживание узлов и агрегатов техники. Одной из основных операций при проведении технического обслуживания механизмов является заполнение узлов трения машин и механизмов смазочными материалами. Смазочные материалы (Lubricants) – это твердые, пластичные, жидкие и газообразные вещества, используемые в узлах трения автомобильной техники, промышленных машин и механизмов, а также в быту для снижения износа, вызванного трением [1]. Как следует из определения их в первую очередь классифицируют по физическому состоянию. Самыми распространенными смазочными материалами применяемыми в пожарной технике являются жидкие масла и пластичные смазки. В зависимости от нагрузки они выполняют отвод тепла, защиту поверхностей, удержание от попадания инородных

веществ, отвод частиц вызывающих износ [2]. В процессе работы смазочные материалы требуют пополнения или замены после загрязнения и утраты смазывающих свойств. Замену жидких смазочных материалов в редких случаях можно проводить без применения специального оборудования [3]. В зависимости от конструкции узла трения при техническом обслуживании предусматривается слив отработанного масла и заправка нового масла. Значительно сложнее обстоят дела с пластичными смазками. Провести замену смазки или пополнение ее без разбора узла трения, возможно только с использованием специального оборудования. Для этой цели используют специальное устройство – нагнетатель густой смазки, предназначение которого заключается в смазывании с помощью пресс-масленок особых трущихся частей автотракторной техники. Одно из самых общеизвестных названий, которое используется для обозначения нагнетателей смазки - солидолонагнетатель. Данное название сильно закрепилось, поскольку солидол является наиболее распространенным видом смазки для узлов и механизмов и используется чаще всего. В настоящий момент практически все нагнетатели смазки, вне зависимости от их особенностей, называют солидолонагнетателями.

Большая востребованность нагнетателей смазки легко объясняется. С помощью этого вида раздаточного оборудования процесс подачи консистентных смазок становится простым, удобным и очень быстрым. Подача происходит под высоким давлением, что позволяет без труда заполнять узлы и механизмы даже самыми густыми пластичными смазками.

Кроме того, наиболее эргономичные нагнетатели смазки исключают риск испачкаться смазочным материалом или разлить его. Это также благоприятно влияет на удобство работы.

Перечисленные преимущества особенно существенны для производственных предприятий, а также технических и автосервисных центров. Нагнетатели смазки необходимы везде, где постоянно требуется подача и обновление смазочных материалов в большом объеме.

Солидолонангнетатели принято классифицировать по нескольким параметрам. Наиболее простое разделение идет по принципу их мобильности. Различают передвижные нагнетатели смазки и стационарные установки для раздачи смазки. Передвижные солидолонагнетатели пользуются большей востребованностью и поэтому представлены более широким модельным рядом.

Другой важный параметр, по которому классифицируют солидолонагнетатели - тип привода для нагнетания и подачи густой смазки. По этому критерию установки традиционно разделяют на:

- ручные нагнетатели смазки с механическим приводом, который приводится в действие с помощью рукоятки или ножной педали;
- электрические нагнетатели смазки, оснащенные соответственно электроприводом;
- пневматические солидолонагнетатели, в конструкции которых используется пневматический насос.

Кроме вышеперечисленных параметров (мобильность и тип привода), при выборе нагнетателя для ремонтных участков пожарно-спасательных частей необходимо обратить внимание на следующие технические характеристики:

- емкость бака со смазочным материалом;
- производительность (скорость подачи);

- максимальное давление подачи;
- длина и материал изготовления смазочного шланга;
- тип смазочного пистолета и общее качество его исполнения.

Наиболее совершенным считается смазочный пистолет с электронным счетчиком. Он позволяет максимально точно дозировать подачу густой пластичной смазки и контролировать ее расход.

Также на выбор нагнетателей смазки влияет богатство их комплектации. Для удобной работы в ее состав должны входить как минимум: солидолонагнетатель, емкость для заполнения смазкой (бак), гибкий шланг для подачи, насадка-пистолет и комплект необходимых адаптеров.

В качестве основных производителей нагнетателей густых смазок можно выделить:

- международную компанию созданную совместными усилиями немецких и тайваньских специалистов GARWIN;
- компанию из КНР Torin бренд завода Torin Jack Inc;
- немецкие компании PRESSOL и TROMMELBERG;
- итальянскую компанию Flexbimes которая специализируется в области обработки жидкостей, смазочных материалов, с развитием широкого спектра оборудования для смазки.

Указанные выше производители предлагают широкий спектр различных по мобильности, типу привода и другим техническим характеристикам нагнетатели густых смазок. Это позволяет подобрать оптимальный вариант оборудования с учетом особенностей ремонтной мастерской. Так для не больших пожарно-спасательных частей подойдут передвижные солидолонагнетатели с ручным приводом. Для специализированных мастерских по ремонту пожарной техники и оборудования с большим объемом проводимых смазочных работ лучше подойдут стационарные нагнетатели с пневматическим или электрическим приводом.

Стоит отметить, что использование любого нагнетателя густых смазок значительно облегчает проведение смазочных операций при техническом обслуживании любой техники, в том числе и многоцелевых пожарных средств. При этом качественное смазывание узлов и агрегатов значительно снижает трение и износ деталей и продлевает срок службы пар трения. Финансовые вложения на приобретение солидолонагнетателей компенсируется снижением затрат на проведение ремонтных работ в случае выхода из строя узла трения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интернет ресурс <https://ru.wikipedia.org>
2. Зарубин В.П., Легкова И.А. Влияние смазочных материалов на процесс трения и изнашивания в узлах трения пожарной техники NovaInfo.Ru – 2016. - №53 (т.2). – С. 34-36.
3. Зарубин В.П. Общие вопросы трения и изнашивания деталей пожарной техники NovaInfo.Ru – 2016. - №53 (т.2). – С. 16-18.

УДК 621.01

А. Г. Оганин, И. А. Легкова, В. П. Зарубин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О СПОСОБАХ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

В статье рассматривается проблема утилизации отработанных технических жидкостей, в том числе и в пожарно-спасательных частях, предложены методы регенерации для восстановления качества отработанных масел.

Ключевые слова: отработанные технические жидкости, пути утилизации, регенерация отработанных масел.

A. G. Oganin, I. A. Legkova, V. P. Zarubin

ABOUT WAYS OF DISPOSAL OF WASTE TECHNICAL FLUIDS

The article deals with the problem of disposal of waste technical fluids, including fire and rescue parts, the proposed methods of regeneration to restore the quality of waste oils.

Keywords: waste technical fluid, the path of disposal, regeneration of waste oils.

Для облегчения труда человек использует различного рода машины и механизмы. Однако использование технических средств складывается не только из постоянной эксплуатации, но и требует правильного и своевременного обслуживания. Одним из способов обслуживания механизма является своевременное пополнение или замена смазочного материала или другой технической жидкости. Смазочные материалы предназначены для снижения трения между деталями, отведения частиц износа из зоны трения, охлаждения работающих механизмов [1, 2]. В процессе работы жидкости стареют, перестают качественно выполнять свои функции и требуют замены. Процесс замены, в зависимости от конструкции машин и агрегатов, относительно не сложный и сводится к выполнению небольшого ряда операций, таких как слив отработанной жидкости и заправка свежей жидкости. После этого механизм и машину в целом можно вводить в работу. Однако на этом трудности с заменой технических жидкостей не заканчиваются, так как сразу возникает вопрос об утилизации отработанной жидкости.

Проблема утилизации отработанных технических жидкостей часто встречается и в пожарно-спасательных частях [3]. Смазочные и очистительные работы одни из основных видов работ, проводимых при техническом обслуживании пожарной техники [4]. На долю их планируется в зависимости от типа автомобилей при ТО-1 от 22,5 до 29%, при ТО-2 от 12,5 до 17% общих затрат труда на техническое обслуживание автомобилей. К основным техническим жидкостям, используемым в пожарных автомобилях, относятся моторные масла, трансмиссионные масла, тормозная жидкость, охлаждающая жидкость. Более частой замены из представленного списка требует моторное и трансмиссионное масла, поэтому объемы отработанного масла достаточно большие.

Всем известно о вреде, наносимом окружающей среде попавшим в воду или на почву отработанным нефтепродуктам. Отработанные масла относятся к веществам третьего класса опасности. Они содержат целый ряд вредных элементов, в том числе смол, полиолефинов, карбенов и т. д. Поэтому утилизация отработанных масел необходима во избежание вреда окружающей среде [3].

Путей утилизации отработанных технических жидкостей существует несколько. Наибольший интерес представляет регенерация отработанных масел. Продукты физико-химических превращений масла и примеси, попадающие извне, составляют незначительную часть в общем объеме отработанных технических масел и при помощи определенных методов могут быть удалены. Использованное масло восстанавливается путем очистки, служа основой для изготовления смазки. Данный цикл, именуемый регенерацией, можно повторять многократно, и в этом заключается его преимущество. В принципе, регенерация – идеальный вариант воспроизводства отработанных масел до первоначального состояния, при котором достигается максимальная экономия ресурсов.

В настоящее время для регенерации отработанных масел используют физические, физико-химические и химические методы [5].

Обычно современные технологические процессы восстановления качества отработанных нефтяных масел с целью их последующего использования по прямому назначению являются многоступенчатыми и в общем виде включают этапы, представленные на рисунке.



Рисунок. Стадии процесса регенерации отработанных технических масел

Отдельные этапы процесса регенерации отработанных масел могут исключаться, совмещаться или выполняться в иной последовательности в зависимости от конкретных физико-химических свойств регенируемого масла и особенностей технологических операций, выбранных для восстановления качества этого масла.

К сожалению, в России в настоящее время отработанные масла практически не регенируют. Согласно положениям двух Федеральных законов (№ 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. и № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. [6]) вывоз масла и его утилизацию должны выполнять компании, имеющие соответствующую лицензию. Эти специализированные компании, используя современное оборудование и технологии, перерабатывают ядовитые вещества без вреда для окружающей среды. В основном свои услуги предлага-

ют организации находящиеся в больших городах: Санкт-Петербург, Москва, Нижний Новгород и т.д. Актуальным вопросом является расширение сети пунктов приема отработанного масла.

При этом большинство компаний по переработке таких отходов предоставляют свою специализированную технику, обеспечивающую их безопасную транспортировку до места утилизации. Поэтому для предприятий и организаций, проводящих замену смазочно-охлаждающих жидкостей, необходимо правильно организовать их сбор и хранение. Применительно к пожарно-спасательным частям, где техническое обслуживание пожарных автомобилей проводится на собственных ремонтных участках, необходимо организовать пункты хранения отработанных антифризов и других технических жидкостей [3]. Особых требований к таким помещениям не предъявляется. Главное в этом случае обеспечить полную герметизацию емкостей с отработанными жидкостями, защитить их нагрева и попадания излишней влаги. При накоплении определенного количества «отработки» организовать ее централизованный вывоз совместно с соседними пожарно-спасательными частями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зарубин В.П., Легкова И.А. Влияние смазочных материалов на процесс трения и изнашивания в узлах трения пожарной техники / NovaInfo.Ru. 2016. №53 (т.2). С. 34-36.
2. Зарубин В.П., Легкова И.А., Пучков П.В. Исследование влияния наполнителей к смазкам на приработку пар трения / Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России: материалы всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Иваново: ИГСХА, 2015. С. 126-129.
3. Зарубин В.П., Кузьева С. К вопросу сбора отработанных технических жидкостей в пожарно-спасательных частях / Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XXII международной научно-практической конференции. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 242-243.
4. Зарубин В.П., Сычев С.А. Перспективы использования передвижной мастерской для проведения технического обслуживания и ремонта пожарной техники / Предупреждение. Спасение. Помощь: сборник материалов XXVII международной научно-практической конференции. Химки: АГЗ, 2017. С. 41-43.
5. Интернет ресурс <http://www.newchemistry.ru>.
6. Интернет ресурс http://www.consultant.ru/document/cons_doc.

УДК 621.3

В. А. Полетаев, И. И. Ведерникова, Е. В. Шпенькова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет

СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ПОВЕРХНОСТНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Одним из наиболее эффективных способов повышения эффективности поверхностного пластического деформирования металлов является применение смазочно-охлаждающих

технологических средств, позволяющее повысить стойкость инструментов, точность и качество обрабатываемых поверхностей.

Ключевые слова: шероховатость, смазочно-охлаждающее технологическое средство, состав, компоненты, поверхностный слой.

V. A. Poletaev, I. I. Vedernikova, E. V. Shpenkova

LUBRICANT-COOLING TECHNOLOGY FOR METAL PROCESSING BY METHOD OF SURFACE DEFORMATION

One of the most effective ways to improve the efficiency of top-rity plastic deformation of metals is the use of cutting technology tools that improve the durability of tools, the accuracy and quality of machined surfaces.

Keywords: surface roughness, cutting technological means becoming co-components, the surface layer.

При обработке металлов резанием и отделочно-упрочняющей обработке поверхностей деталей из сталей и цветных металлов резанием и методами поверхностно-пластического деформирования (ППД) применяют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ): водные эмульсии из эмульсолов или растворы неорганических электролитов и поверхностно-активных веществ. Примерами таких продуктов могут служить эмульсолы Э, ЭГТ, НГЛ-205, Укринол-1, ЭМУС и др., состоящие из нефтяных, смоляных (канифольных), жирных сульфокислот в виде солей с едким натрием (калием), минерального масла и стабилизатора - спирта и воды [1-2].

Недостатками таких составов смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) являются наличие неудовлетворительных смазочных свойств и трудность вопросов регенерации и утилизации отработанных растворов. Кроме того, имеется необходимость осуществления подачи СОЖ поливом в зону контакта инструмента и детали, что значительно повышает расход СОЖ при постоянной ее подаче в зону обработки и снижает эффективность использования самого раствора СОЖ (недостаточные стойкость инструментов и величина шероховатости R_a).

Для устранения этих недостатков разработан состав СОЖ [3], включающий следующие вещества: триэтаноламин (ТУ 2423-168-00203335-2007); олеиновая кислота техническая (Технические условия. ГОСТ 758091); полиэтиленглюколь-1000 (ТУ 2483-007 - 71150986-2006); индустриальное масло И-20 (ГОСТ 20799-88).

На рис. 1. показана конструкция алмазного выглаживателя, состоящего из индикатора 1, державки 2, алмазного наконечника 3. Алмазный наконечник изготовлен из искусственного алмаза весом 0,8 карат, радиус вершины 3 мм.

На рис. 2 представлена фотография алмазного наконечника.

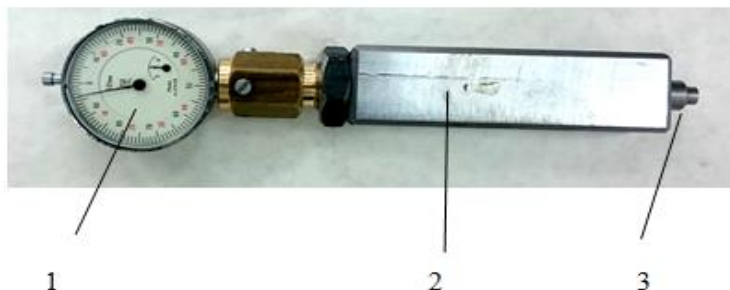


Рис. 1. Алмазный выглаживатель: 1 – тарированный индикатор; 2 – державка; 3 – алмазный наконечник

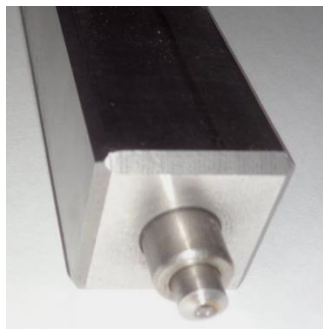


Рис. 2. Фотография алмазного наконечника



Рис. 3. Фотография обработки детали алмазным выглаживанием на токарном станке

На рис. 3 показана фотография обработки деталей алмазным выглаживанием на токарном станке. Технология упрочнения алмазным выглаживанием включает следующие этапы:

– токарная обработка (точение) при режимах: $n = 800$ об/мин, $S = 0,15$ мм/об;

– алмазное выглаживание при режимах: $n = 200$ об/мин, $S = 0,015$ мм/об, сила выглаживания – 200 Н.

На рис. 4 показаны фотографии обработки деталей из сталей 40Х, 12Х18Н10Т и дюралюминия Д16 точением (а) и последовательно точением и алмазным выглаживанием (б) на токарном станке с применением состава СОТС [3]. На рис. 5 представлены профилограммы изменения шероховатости R_a после обработки деталей из сталей 40Х, 12Х18Н10Т и дюралюминия Д16 точением (а) и последовательно точением и алмазным выглаживанием (б) на токарном станке с применением состава СОТС [3].



40Х



12Х18Н10Т



Д16



Рис. 4. Фотографии обработки деталей из сталей 40Х, 12Х18Н10Т и дюралюминия Д16 точением (а) и последовательно точением и алмазным выглаживанием (б) на токарном станке с применением состава СОТС[3] (увелич.х1000)

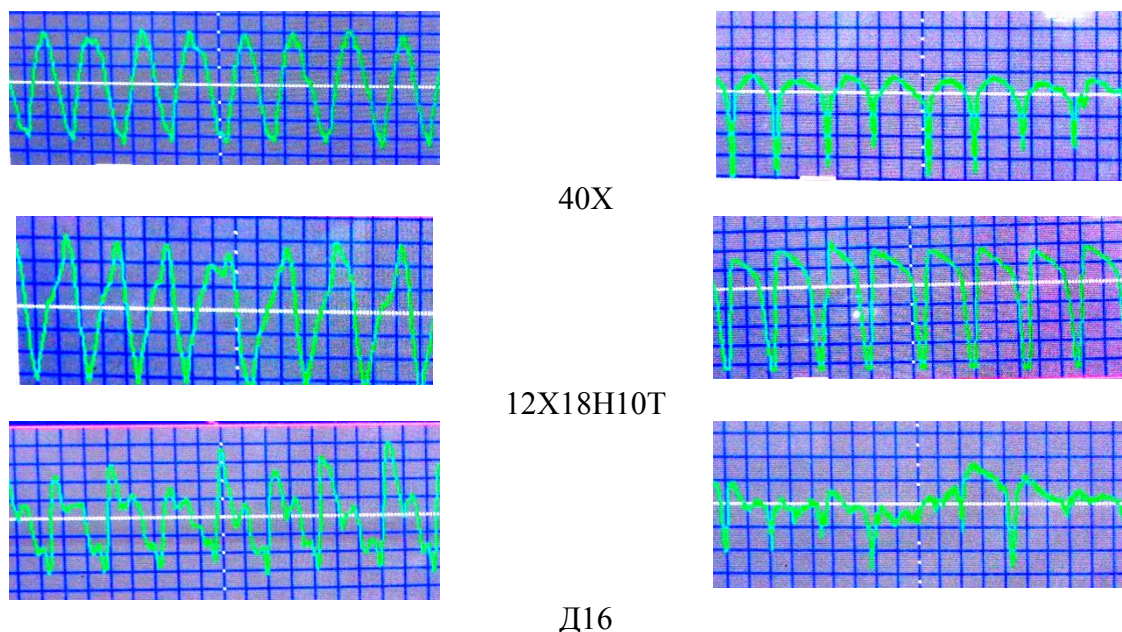


Рис. 5. Изменение шероховатости R_a после обработки деталей из сталей 40X, 12X18H10T и дюралюминия Д16 точением (а) и последовательно точением и алмазным выглаживанием (б) на токарном станке с применением состава СОТС[3]

Величина шероховатости R_a после обработки алмазным выглаживанием поверхностей деталей из сталей 40X, 12X18H10T дюралюминия Д16 с применением предлагаемого состава смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС) уменьшается. Это свидетельство того, что СОТС в виде пасты имеет улучшенные смазочные свойства и за счет этого активнее проникает в зону контакта инструмент – обрабатываемое изделие и удерживается там во время обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Полетаев В.А., Пучков П.В.* Повышение качества поверхностей трения деталей электронасосов. /Полетаев В.А., Пучков П.В. // «Заводская лаборатория. Диагностика материалов». – 2015 –№ 9. – С. 74 -76.
2. *Голяс А.А., Полетаев В.А.* Совершенствование процессов механической обработки в энергетическом машиностроении за счет внедрения процесса алмазного выглаживания / А.А. Голяс, В.А. Полетаев // Электромеханотроника и управление «Энергия-2016»: одиннадцатая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Иваново, 5-7 апреля 2016 года: материалы конференции.— Иваново: УИУНЛ ИГЭУ.— 2016.— Т.4. – С.122 – 124
3. Заявка на патент РФ №2017140008. Смазочно-охлаждающее технологическое средство (СОТС) для обработки металлов резанием и процессов поверхностного деформирования./ Полетаев В.А., Ведерникова И.И., Голяс А.А., Шпенькова Е.В., Степанова Т.Ю.

УДК 621.91.01

Д. С. Репин, Е. В. Зарубина, М. В. Сырчин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА И НАХОЖДЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОТС

В работе рассмотрено применение метода планирования научного эксперимента. Приведен пример использования этого метода при определении оптимальных параметров использования СОТС при обработке металлов резанием.

Ключевые слова: математическая модель, резание металлов, планирование эксперимента, смазочно-охлаждающее технологическое средство.

D. S. Repin, E. V. Zarubina, M. V. Syrchin

PLANNING OF THE EXPERIMENT AND THE POSITION OF THE OPTIMUM PARAMETERS OF USE OF LUBRICATING-COOLING TECHNOLOGIES

The application of the method of planning a scientific experiment is considered. An example of the use of this method in determining optimal parameters for the use of lubricating-cooling technologies in the processing of metals by cutting is given.

Keywords: mathematical model, metal cutting, experiment planning, lubricating-cooling technologies.

Применение математической модели при обработке металлов резанием имеет ряд преимуществ, а именно, дает возможность: выбрать оптимальные параметры процесса (параметры инструмента, режимов резания); сократить количество, проводимых опытов, при разработке новых инструментов и технологических процессов [2].

В представленной работе изучалось влияние СОТС (смазочно-охлаждающее технологическое средство) с полимерными присадками, активированными коронным разрядом на процесс резания. Для этого были проведены стойкостные испытания с исследуемым СОТС. Определение оптимальных параметров, при которых исследуемое СОТС будет наиболее эффективно, требует значительного количества проведения опытов. Эту проблему позволяет решить использование математического планирования эксперимента [1]. Для этого нужно иметь математическую модель, которая связывала бы выходные параметры процесса резания (параметр оптимизации) и изменяемые параметры (факторы), влияющие на параметр оптимизации. Исследовалось влияние на период стойкости двух факторов - концентрация полимерных присадок в СОТС и величина напряжения на коронирующем электроде ионизатора-озонатора. В качестве параметра оптимизации принимался период стойкости быстрорежущего инструмента при точении [3].

Для установления математической зависимости и выбора рациональных параметров, применения активированного полимерсодержащего СОТС при точении, был реализован полный факторный эксперимента 2^2 . Интервалы варьирования факторов:

$x_1=C$ – концентрация полимерной присадки в СОТС в диапазоне от 0,3 до 0,9 %; $x_2=U$ – напряжение на коронирующем электроде в диапазоне от 3 до 9 кВ. Исследуемый параметр $\hat{y}=T$ – период стойкости режущего инструмента.

Математическая модель, исследуемого процесса, будет выглядеть следующим образом:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_{12} + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2, \quad (1)$$

где x_1, x_2 , — кодированные значения факторов; b_1, b_2, b_3 — коэффициенты, показывающие степень влияния каждого фактора на параметр оптимизации; b_{12} , — коэффициент, показывающий степень влияния взаимодействия соответствующих факторов на параметр оптимизации.

Для построения математической модели процесса коэффициенты регрессии определяли по формулам:

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N \bar{y}_i x_{ji}}{N} \quad b_{uj} = \frac{\sum_{i=1}^N \bar{y}_i x_{uj} x_{ji}}{N}. \quad (2)$$

Для оценки отклонения значений параметра оптимизации от среднего значения вычисляли дисперсию воспроизводимости по данным трех параллельных опытов в каждой точке плана по формуле:

$$s^2 = \frac{\sum_1^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (3)$$

где y_i – значение в каждом опыте, \bar{y} – среднее значение из n повторных опытов.

Далее проведем проверку однородности дисперсий. Если сравниваемое количество дисперсий больше двух, и одно значительно превышает остальные, можно воспользоваться критерием Кохрена. Этот критерий пригоден для случаев, когда во всех точках имеется одинаковое число повторных опытов. При этом подсчитывается дисперсия в каждой горизонтальной строке матрицы, а затем из всех дисперсий находится наибольшая s_{\max}^2 , которая делится на сумму всех дисперсий.

$$G = \frac{s_{\max}^2}{\sum_1^N s_i^2} \quad (4)$$

С этим критерием связаны числа свободы $f_1 = n-1$ и $f_2 = N$, где n – число повторных опытов, N – число суммируемых дисперсий. Гипотеза об однородности дисперсий подтверждается, если экспериментальное значение критерия Кохрена не превышает табличного значения. Тогда можно усреднять дисперсии и пользоваться формулой:

$$s^2\{y\} = \frac{\sum_1^N \sum_1^n (y_i - \bar{y})^2}{N(n-1)} \quad (5)$$

Далее проведем оценку адекватности полученной модели. Для проверки гипотезы об адекватности можно использовать F-критерий (критерий Фишера).

$$F = \frac{s_{ad}^2}{s^2\{y\}}, \quad (6)$$

где s_{ad}^2 - дисперсия адекватности, $s^2\{y\}$ - дисперсия воспроизводимости.

$$s_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta y_i^2}{f}, \quad (7)$$

где f – число степеней свободы (определяется, как число различных опытов, результаты которых используются при подсчете коэффициентов регрессии, минус число определяемых коэффициентов), Δy_i^2 - остаточная сумма квадратов.

При выполнении условия $F_{эксн} < F_{табл.}$ модель с доверительной вероятностью (0,05) можно считать адекватной.

Значимость коэффициентов регрессии проверялась по t-критерию Стьюдента. Прежде всего, надо найти дисперсию коэффициента регрессии $s^2\{b_j\}$. В нашем случае, она определяется по формуле:

$$s\{b_j\} = \frac{s\{y\}}{\sqrt{N}} \quad (8)$$

$s\{y\}$ - дисперсия воспроизводимости, N – число дисперсий.

Величина t-критерию Стьюдента для уровня значимости 0,05 и числа степеней свободы, с которым определялась $s^2\{y\}$, равна 2,11. Доверительный интервал определяется:

$$\Delta b_j = \pm t_i s\{b_j\} \quad (9)$$

Значимость коэффициентов регрессии оценивалась сравнением модулей значений коэффициентов и доверительного интервала. Если расчетное значение t_i было больше табличного ($t_i > t_{кр}$), то гипотезу значимости коэффициента принимали, в противном случае коэффициент считали статистически незначимым и отбрасывали его без пересчета остальных коэффициентов. В математическую модель включали только значимые коэффициенты. Полученная математическая модель, зависимости периода стойкости режущего инструмента от концентрации присадки и напряжения на коронирующем электроде, имеет вид:

$$\hat{y} = 32,17 + 1,8x_1 + 0,82x_2 - 4,37x_1^2 - 2,04x_2^2 \quad (10)$$

Проанализировав математическую модель периода стойкости режущего инструмента в зависимости от концентрации полимерной присадки и знака на коронирующем электроде можно сделать следующий вывод. На период стойкости режущего инструмента будет оказывать совокупность факторов.

Далее исследуем полученную функциональную зависимость нашей модели на экстремумы. Результаты расчетов представлены в таблице.

Таблица. Результаты исследований моделей на экстремумы

Исследуемая СОТС	Оптимальные значения		Максимум (стойкость), \hat{y} мин.
	C, %	U, кВ	
СОТС	0,6685	6,75	32,565

По результатам исследования модели (10) на экстремумы получили оптимальные значения концентрации полимерной присадки в СОТС и напряжения на коронирующем электроде, при которых достигается максимум периода стойкости. Наилучшее значение периода стойкости получается при концентрации полимерной присадки 0,6685% и отрицательным знаком на коронирующем электроде со значением напряжения 6,75 кВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Марков, Ю.В. Грановский. – М. : Изд-во Наука, 1976. – 279 с.
2. Кацев, П.Г. Статистические методы исследования режущего инструмента / П.Г. Кацев. – М.: Машиностроение, 1974. – 231 с.
3. Репин, Д.С. Влияние активированных полимерсодержащих СОТС при обработке металлов резанием / Д.С. Репин, В.Н. Латышев, А.Г. Наумов // Металлообработка. – 2011 № 4 (64). – С. 2-4.

УДК 621.892

Т. Ю. Степанова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАМЕНИТЕЛЯ МАСЛА И-50

Исследовано влияние присадки на основе поверхностно-активных веществ на увеличение срока службы индустриального масла И-50. Установлено, что введенная в масло присадка позволяет стабилизировать основные показатели масла: кинематическую вязкость, кислотное число, водородный показатель.

Ключевые слова: смазочный материал, пара трения, износ, вязкость.

T. Yu. Stepanova

SELECTION OF REPLACEMENT OILS

The effect of an additive based on surfactants on the extension of the service life of industrial oil I-50 is studied. It is established that the additive introduced into the oil allows to stabilize the main oil parameters: kinematic viscosity, acid number, hydrogen index.

Keywords: lubricant, friction pair, wear, viscosity.

Большую значимость в реализации мероприятий по инженерному обеспечению эксплуатационной надежности технологического оборудования приобретают вопросы рациональной организации и совершенствования смазочного хозяйства. Современное оборудование состоит из огромного числа пар трения, работающих при разнообразных режимах и в разных средах. Около 85-90 % из них выходят из строя не из-за поломок, а в результате износа и повреждения трущихся поверхностей. На восстановление машин в результате износа и повреждения трущихся поверхностей расходуются огромные средства.

Основной функцией смазочных материалов является уменьшение износа трущихся деталей, и как следствие, продление срока службы машин. Смазочные материалы защищают металлические поверхности от коррозии, отводят тепло, препятствуют проникновению к трущимся поверхностям абразивных материалов и агрессивных жидкостей, снижают затраты электроэнергии.

Правильный подбор и применение смазочных материалов дает значительный экономический и технический эффект.

Замена масел производится по величине вязкости. При этом заменитель должен иметь вязкость равную или несколько большую, чем вязкость заменяемого масла. Для легких промышленных масел эта разница должна быть не более 6 сСт от верхнего предела вязкости по ГОСТ, для средних – 10 сСт и несколько большая разница допустима для более тяжелых масел.

Применять в качестве заменителя масло с меньшей вязкостью не следует, так как это приведет к выдавливанию его из зазора между трущимися деталями, их сильному износу, нагреванию и задирам. Применять заменители с большим превышением по вязкости также не следует, так как это приведет к большим потерям энергии.

Замена масел должна производиться маслами равноценными или более качественными. Таким образом, промышленные масла могут быть заменены специальными маслами с присадками, обратная же замена не рекомендуется.

Присадки на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ) полностью растворяются в масле, не образуя осадков и мицелл, позволяют стабилизировать физико-механические характеристики смазочных материалов [1,2].

В гидравлических системах станочного оборудования используют промышленные масла И-20, И-40, И-50.

Данная работа заключалась в разработке и исследовании смазочной композиции для узлов трения на основе масла И-50 и в увеличении срока службы основного масла [3]. За контрольный вариант принято масло И-50, применяемое для смазки двухступенчатого цилиндрического редуктора сушильно-барабанной машины.

Лабораторные испытания показали, что при добавлении присадки на основе ПАВ в масло И-50 существенного отклонения по нормативу вязкости не наблюдалось. Кинематическая вязкость смазочного материала соответствовала ГОСТ 20799. При производственных испытаниях установлено, что присадка позволяет стабилизировать кинематическую вязкость смазочной композиции во время работы редуктора, в то время как вязкость основного масла И-50 уже после четвертого месяца работы имеет отклонения от стандартного значения вязкости на 10%.

Качество масла можно определить по внешнему виду – оно становится темнее, по изменению кислотного числа и количеству липких, смолистых осадков в окисленном масле. При длительной работе в масле накапливаются продукты окисления, нарушающие нормальную циркуляцию смазки.

Испытания показали отсутствие кислотного числа в опытном смазочном материале на протяжении всего времени работы в редукторе. В масле И-50, начиная со второго месяца работы, наблюдалось приращение кислотного числа. Исследования смазочных материалов показали отсутствие воды на протяжении шести месяцев работы в редукторе.

Вывод: установлено стабилизирующее влияние ПАВ на физико-механические характеристики масла И-50 и увеличение его срока службы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов, А. Ф. Трение и изнашивание металлов в углеводородных жидкостях / А. Ф. Аксенов. – М.: Машиностроение, 1977. – 152 с.
2. Степанова, Т. Ю. Трибополимеробразующая присадка к смазочным маслам / Т. Ю. Степанова, В. Г. Мельников, С. Г. Сахарова // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2009. - № 9. – С. 25-26. –Библиограф.: с. 26.
3. Пат. 2439134 Российская Федерация (51) МПК, С 10 М 141/2, С 10 М 125.10, С 10 М 129/16, С 10 М 129/40, С 10 М 129/90, С 10 М 30.06. Смазочные составы для обработки пар трения / Т. Ю. Степанова, Т. Ю. Степанова, Е. С. Нуждина; заявитель и патентообладатель Иван. гос. хим. – технол. ун-т. - № 22781, заявл. 30.06.2010; опубл. 10.01.2012. Бюл. № 1. – 5 с.

УДК 620.178.162.43+621.892

В. В. Терентьев^{*}, И. А. Телегин^{*}, О. Б. Аكوпова^{}**

^{*}ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА имени Д.К. Беляева

^{**}ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩЕЙ СМАЗОЧНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Представлены результаты исследований смазочной композиции, полученной механохимическим синтезом и обладающей улучшенными противоизносными характеристиками. Улучшение триботехнических характеристик происходит за счет металлоплакирования по-

верхностей трения. Отмечена перспективность использования разработанной смазочной композиции в узлах трения как пожарного, так и другого технологического оборудования.

Ключевые слова: износ, присадка, смазка, ресурс, надежность, коэффициент трения.

V. V. Terentyev, I. A. Telegin, O. B. Akopova

THE STUDY OF THE PROPERTIES A LUBRICATING COMPOSITION FOR METAL-CLADDING

The results of studies of the lubricant composition obtained by mechanochemical synthesis and having improved anti-wear characteristics are presented. Improvement of tribotechnical characteristics is due to metal cladding of friction surfaces. The perspective of using the developed lubricant composition in friction units of both fire and other technological equipment is noted.

Keywords: wear, additive, lubricant, resource, reliability, friction coefficient.

Эффективность работы пожарной техники напрямую зависит от ее надежности. Так, например, как отмечают авторы [1, с.13] реальные данные эксплуатации пожарных насосов показывают, что фактическая вероятность безотказной работы насосов пожарных автомобилей в пожарно-спасательной части составляет всего 0,6 (60%).

Длительная и эффективная работа насосного оборудования мобильных средств пожаротушения напрямую зависит от ресурса трибосопряжений, во многом определяемого износостойкостью последних. Таким образом, на современном этапе разработка способов повышения надежности пожарного оборудования является актуальной задачей. Одним из эффективных способов повышения износостойкости и ресурса трибосопряжений, является применение смазочных материалов с улучшенными триботехническими характеристиками.

Наименьший износ поверхностей трения происходит в условиях гидродинамического режима смазывания, когда поверхности надежно разделены слоем смазочного материала. Однако зачастую данный режим смазывания не наблюдается, и эффективность смазочного материала чаще всего определяется возможностью формировать на поверхностях трения граничные смазочные слои, обладающие повышенной прочностью.

В настоящее время для повышения эффективности смазочного материала в условиях граничного трения в серийные смазочные материалы добавляют различные присадки и наполнители. Эффективным является применение наноматериалов в виде жидкокристаллических соединений [2-4].

За счет применения наноматериалов в качестве добавок в смазочные материалы можно добиться значительного увеличения ресурса работы машин и оборудования, а также снижения эксплуатационных затрат (в т.ч. расхода топлива), улучшения технических показателей (снижения шума и вибраций, вредных выбросов) [5, с.138].

Эффективным является также создание металлоплакирующих смазок, позволяющих при трении реализовывать явление избирательного переноса.

Авторами были проведены исследования по разработке смазочного материала на основе индустриального масла И-20А с ненасыщенной кислотой олефинового ряда и медным порошком высокой дисперсности. Синтез смазочного материала осуществлялся механо-химическим способом с помощью дезинтегратора, позволяющего интенсифицировать процессы взаимодействия компонентов и образовывать устойчивые

медные комплексы в смазочном материале. Для повышения устойчивости системы полученный смазочный материал дополнительно подвергался обработке в поле центробежных сил.

В результате синтеза были получены две опытные смазочные композиции №1 (без обработки в поле центробежных сил) и №2 (с обработкой в поле центробежных сил), которые в дальнейшем исследовались на машине трения СМТ-1 по схеме диск-частичный вкладыш. Смазка пары трения осуществлялась посредством погружения нижнего подвижного образца (диска) в ванну со смазочным материалом.

При исследованиях контролировались: момент трения, который в дальнейшем пересчитывался в коэффициент трения, интенсивность изнашивания и температура смазочного материала в ванне (с помощью ХК термопары).

Результаты сравнительных испытаний опытных смазочных композиций и масла И-20А представлены на рисунках 1-3.

На рис. 1 представлены результаты определения температуры смазочного материала в процессе трения.

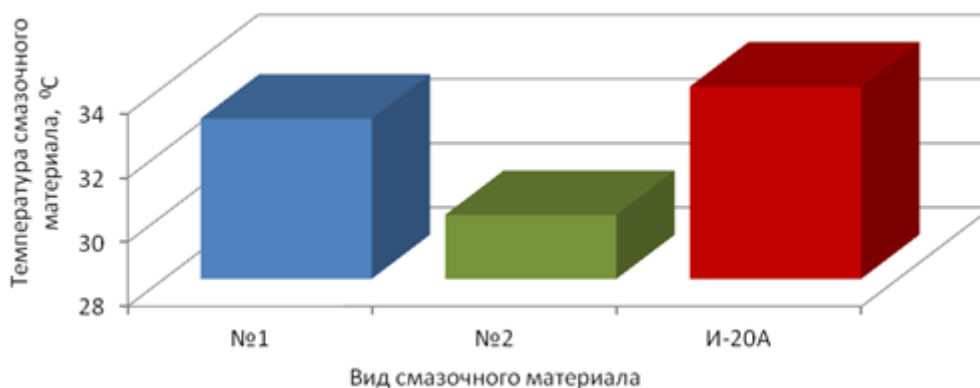


Рис. 1. Результаты определения температуры смазочного материала в процессе трения

Анализируя полученные зависимости можно отметить, что полученные смазочные композиции улучшают триботехнические характеристики. Снижение силы трения в зоне контакта при использовании опытных смазочных материалов по сравнению с базовым маслом И-20А привело к тому, что нагрев смазочного материала снизился на 12 %.

Снижение температуры в зоне трения связано со снижением коэффициента трения и более высокой эффективностью полученных смазочных композиций.

Результаты определения коэффициента трения полученных смазочных материалов представлены на рис. 2.

Таким образом, видно, что снижение коэффициента трения для опытных смазочных композиций по сравнению с базовым маслом составило от 30 до 38 %, что позволит в дальнейшем снижать мощность механических потерь механизмов и повышать их КПД.

Для оценки противоизносных свойств полученных смазочных материалов при исследованиях определялся весовой износ элементов пар трения, который в дальнейшем пересчитывался в интенсивность изнашивания.

Результаты определения интенсивности изнашивания неподвижного образца представлены на рис. 3.

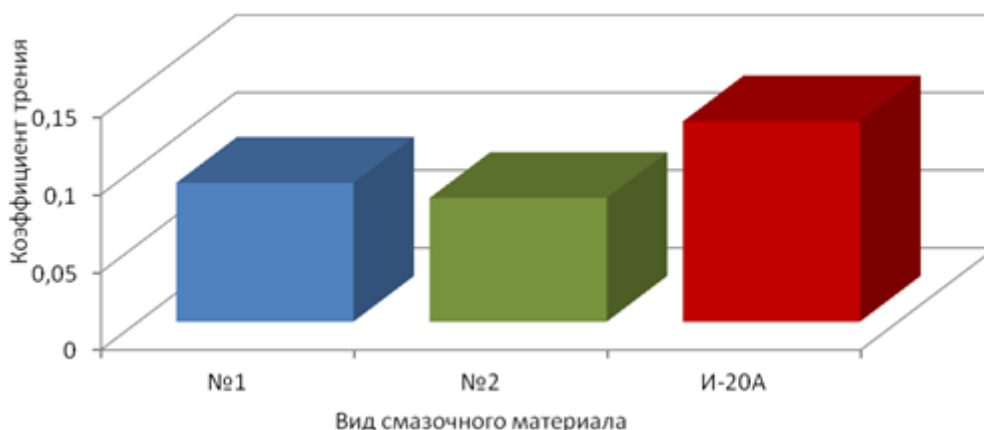


Рис. 2. Результаты определения коэффициента трения

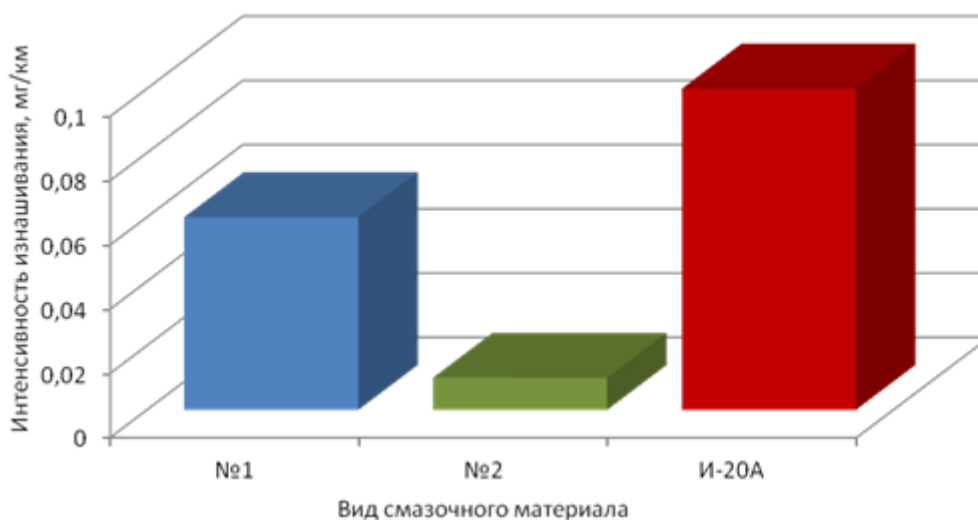


Рис. 3. Результаты определения интенсивности изнашивания

Как видно, интенсивность изнашивания образцов снизилась в 1,5 раза для смазочной композиции №1 и в 10 раз для композиции №2 по сравнению с базовым маслом. При этом отмечено, что в процессе трения в результате избирательного переноса на поверхностях образуется металлоплакирующий слой из медных комплексов, позволяющий эффективно разделять трущиеся поверхности и снижать их износ.

Разница в показателях смазочных материалов №1 и №2 обусловлена тем, что при обработке смазки в поле центробежных сил из нее удаляются наиболее крупные непрореагировавшие в процессе синтеза частицы меди, которые при трении окисляются и негативно сказываются на антифрикционных и противоизносных характеристиках.

Таким образом, в процессе исследований получена эффективная металлоплакирующая смазочная композиция, применение которой позволит в дальнейшем повысить ресурс пар трения, как пожарного, так и другого оборудования.

Работа поддержана грантом Министерства образования и науки РФ, (№ 16.1037.2017/4.6).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бубнов А. Г., Курочкин В. Ю., Кнутов М. С. Увеличение надёжности пожарного насоса путём изменения показателей работоспособности его составных частей// Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. - 670 с.

2. Терентьев В.В., Телегин И.А., Рябинин В.В. Повышение износостойкости трибосопряжений сельскохозяйственной и автотракторной техники путем совершенствования смазочных материалов//Известия Международной академии аграрного образования. 2017. № 35. С. 151-157.

3. Терентьев В.В., Аكوпова О.Б., Телегин И.А. Влияние мезогенной присадки бегената меди на реологические и триботехнические характеристики пластичных смазок// Жидкие кристаллы и их практическое использование, Т.17, №1, 2017. С.93-100.

4. Терентьев В.В., Аكوпова О. Б., Телегин И. А. Разработка эффективных смазочных материалов с присадками - металлмезогенами для узлов трения пожарного оборудования //Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 13 апреля 2017 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017.– С.341-344.

5. Гайдар С.М. Перспективы применения нанотехнологических добавок в смазочные материалы машин и оборудования лесного комплекса// Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник, 2012. № 7 (90). С. 138-139.

УДК 669.058

Е. А. Топорова

ФГБОУ ВО Текстильный институт Ивановского государственного политехнического университета

ВЛИЯНИЕ СМАЧИВАЮЩИХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ МАЛОВЯЗКИХ МАСЕЛ НА ЕЁ ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Надёжность работы различных узлов трения зависит от многих факторов. Одним из таких факторов являются свойства смазочных материалов. Поэтому, улучшение свойств смазочных композиций различного состава является важной задачей повышения надёжности и стабильности работы узлов трения. В свою очередь, способность смазок защищать поверхности трения от износа напрямую зависят от того насколько долго они способны удержаться в зоне трения, что определяется в первую очередь физическими и химическими свойствами смазок. Одним из таких свойств является смачивающая способность, которая определяется физико-химическими процессами, происходящими на границе раздела жидкой смазки и твёрдой поверхности трения.

Ключевые слова: смачивание, трение, смазка, надёжность.

E. A. Toporova

THE INFLUENCE OF THE WETTING PROPERTIES OF THE LUBRICANT COMPOSITIONS BASED ON LOW-VISCOSITY OILS ON ITS TRIBOLOGICAL PROPERTIES

The reliability of the various friction units depends on many factors. One of these factors is the properties of lubricants. Therefore, improving the properties of lubricating compositions of different compositions is an important task to improve the reliability and stability of the friction units. In turn, the ability of lubricants to protect friction surfaces from wear directly depends on how long they are able to stay in the friction zone, which is primarily determined by the physical and chemical properties of lubricants. One of these properties is the wetting ability, which is determined by the physical and chemical processes occurring at the interface of the liquid lubrication and the solid friction surface.

Keywords: wetting, friction, lubrication, reliability.

Одним из направлений совершенствования трибологических свойств смазочных композиций на основе маловязких промышленных масел, применяемых для высокоскоростных и малонагруженных узлов трения, является добавление в смазку поверхностно-активных присадок.

Раствор маслорастворимого ПАВ представляет собой коллоидную систему, в которой полярные части молекул обращены друг к другу, а длинные углеводородные цепи направлены в неполярную среду растворителя [3, 4, 9]. При попадании раствора ПАВ на твёрдую поверхность под воздействием силового поля происходит физическая (химическая) моно-, а затем при достаточной концентрации присадки, и полимолекулярная адсорбция. Формируется строго ориентированная структура.

В работе [1] исследовались смачивающие свойства смазочных композиций на основе промышленного масла И-5, которые содержали маслорастворимые поверхностно-активные вещества различных концентраций.

Объектами исследования являлось:

- изучение смачивающих свойств смазочных композиций по отношению к полиамидному материалу – аниду и стали 40Х13 как функции среднего диаметра смачивания от концентрации растворённого вещества;
- выявление для каждого из растворённых веществ концентрации образования насыщенного мономолекулярного слоя $S_{м.с.}$ при помощи анализа зависимостей среднего диаметра смачивания от концентрации растворённого вещества.

Концентрация образования насыщенного мономолекулярного слоя $S_{м.с.}$ – это такая концентрация, при достижении которой не происходит дальнейшего увеличения диаметра смачивания или при которой силы адгезии, стремящиеся растянуть каплю по поверхности, не уравновесятся силами когезии, стремящимися стянуть её. Если концентрация ПАВ превышает $S_{м.с.}$, то на поверхности будут образовываться следующие полимолекулярные слои поверхностно-активной присадки.

Экспериментальным путём была выведена концентрация образования насыщенного мономолекулярного слоя для смазочных композиций, включающих промышленное масло И-5 и различные поверхностно-активные присадки. Это имеет важное практическое значение, поскольку при достижении концентрации образования насыщенного мономолекулярного слоя возникают минимальные условия для обеспе-

чения режима граничного трения, поскольку существование насыщенного мономолекулярного слоя предполагает наиболее плотную упаковку их в приповерхностном мономолекулярном слое [2].

В эксперименте было использовано индустриальное масло И-5 в качестве основы и пять видов присадок 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1 % концентраций. Как известно из литературы [3], при данных концентрациях, для большинства ПАВ образуются насыщенные (конденсированные) монослои (рис. 1).

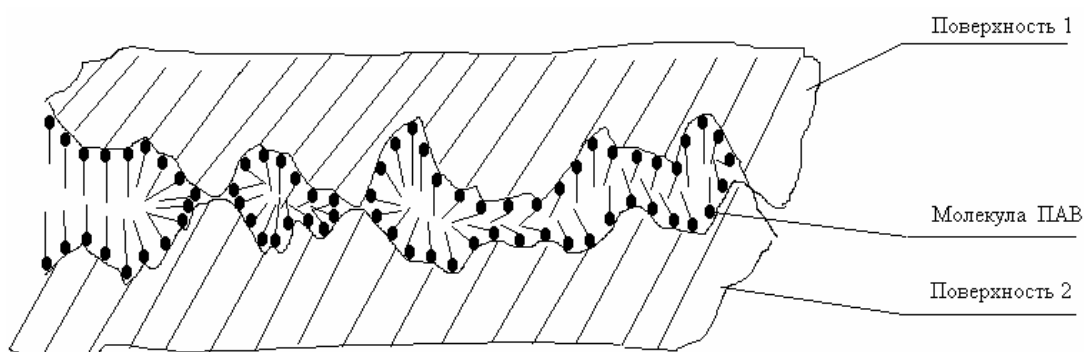


Рис. 1. Адсорбция ПАВ на поверхностях трения

Испытания каждой смазочной композиции проводились троекратно. Для этого было приготовлено три полиамидные и три стальные пластинки из стали марки 40X13. На них наносились смачивающие вещества. После этого производились замеры диаметров смачивания в пяти местах по каждой капле. Затем вычислялось среднее значение по каждой капле. Далее замеры диаметров определялись для двух других капель и также рассчитывалось среднее значение. По результатам расчёта построены графики зависимостей средних размеров диаметров смачивания на стали 40X13 от концентрации и видов присадок (рис. 2).

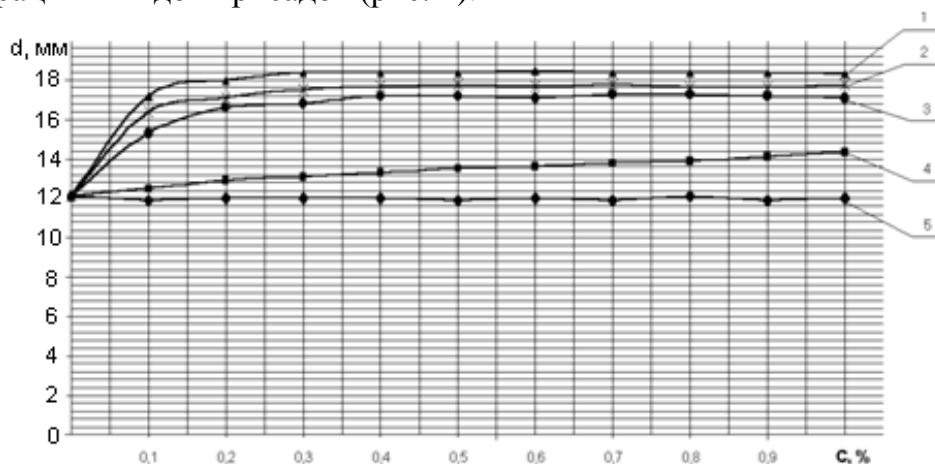


Рис. 2. Зависимость средних размеров диаметров смачивания на аниде от концентраций и видов присадок: 1 - смазочные композиции, содержащие мин. масло И-5 и соль ДЦГА и СЖК; 2 - смазочные композиции, содержащие мин. масло и И-5 эфиры стеариновой кислоты; 3 - смазочные композиции, содержащие мин. масло и И-5 эфиры моноалкилфенола; 4 - смазочные композиции, содержащие мин. масло и И-5 полиэтилсилоксан-5; 5 - смазочные композиции, содержащие мин. масло и И-5 полиэтилсилоксан-4

Экспериментальные графики зависимостей средних размеров диаметров смачивания от концентрации присадки с использованием различных масло растворимых поверхностно-активных веществ (ПАВ), представляют собой кривые насыщения. Концентрация присадки, при которой диаметр смачивания выходит на постоянный уровень и есть концентрация образования мономолекулярного слоя [1]. Максимальные значения средних диаметров смачивания получены для смазочных композиций, содержащих минеральное масло И-5 и соль дициклогексиламина и синтетических жирных кислот (ДЦГА и СЖК). Высокие значения размеров среднего диаметра смачивания объясняется тем, что молекулы соли ДЦГА и СЖК наиболее адсорбционно-активны по отношению к твёрдым поверхностям анида и стали. Адсорбция соли ДЦГА и СЖК активными центрами полиамидного материала происходит на аморфных участках [5], за счёт полярных атомов кислорода и азота (хемосорбция) [6]. Глубокого проникновения ПАВ в объём полиамида не происходит, поскольку ПАВ содержит 17-20 атомов углерода в цепочках СЖК и не способно проникнуть в объём полимера.

Между атомом азота молекулы дициклогексиламина и атомом водорода жирной кислоты существует координационная (водородная) связь (рис. 3).

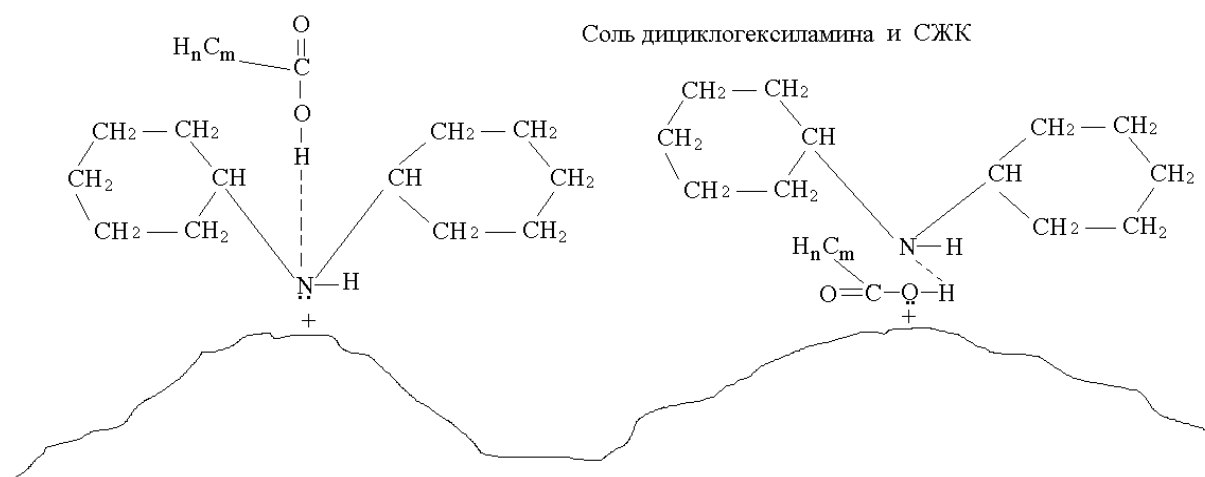


Рис. 3. Механизм взаимодействия соли дициклогексиламина и синтетических жирных кислот (ДЦГА и СЖК) с твёрдой поверхностью анида

Процесс образования хемосорбированной плёнки на поверхности металла достаточно сложен и предсказать сколько и какие связи смазки с твёрдым телом будут образовываться в процессе трения, практически невозможно. Оксидная плёнка, которой покрыт металл при обычной температуре и не подвергнутый действию механических нагрузок, химически неактивен и образует лишь физически адсорбированную плёнку, притягивая полярную часть молекулы соли ДЦГА и СЖК. Деформация поверхностных слоёв под воздействием сил, которые начинают действовать при относительном взаимном перемещении тел трения и повышение температуры в зоне трения при высокой скорости скольжения механически активизирует поверхность, то есть деформация может вызвать разрушение оксидной плёнки. Образовавшиеся ювенильные участки поверхности хемосорбируют атомы в молекулах соли ДЦГА и СЖК [1].

Естественно, что в условиях трения как в статическом так и в динамическом режимах будут иметь место какие-то другие физико-химические процессы, особенно, при высоких скоростях скольжения, но молекулы специально введённых ПАВ, благодаря группам COOH , OH , NH_2 и другим, обладают большей энергией адсорбции, чем какие-то случайные частицы, содержащиеся в масле, значит адсорбироваться будут преимущественно они. При высоких скоростях скольжения, под воздействием энергии трения, возможно образование полимеров трения.

В работе [1] приведены результаты экспериментов по изучению трибологических свойств смазочных композиций, смачивающие свойства которых ранее были изучены. Эксперименты проводились на установке, представляющей собой модель узла трения «кольцо-бегунок» кольцевой прядильной машины (рис 4).

По результатам испытаний были построены графики зависимостей момента трения от количества циклов работы бегунка по кольцу $M_{\text{тр.}} = f(n_{\text{ц}})$ (цикл работы бегунка это один его оборот по кольцу) для разных смазочных композиций, содержащих одну концентрацию различных присадок и различные концентрации одной присадки. Сравнительный анализ всех полученных зависимостей позволил сделать вывод о том, что наилучшими трибологическими показателями обладают смазочные композиции, содержащие соль ДЦГА и СЖК в различных концентрациях. С увеличением концентрации ПАВ, кривые смещаются в сторону больших значений циклов работы, а начальный момент трения смещается в сторону более низких значений, пока не достигнет определённого предела. Очевидно, это свидетельствует об увеличении степени экранирования поверхностей адсорбционными слоями.

Анализ графиков зависимостей с использованием высоких концентраций ПАВ (2%, 3 %, 4 %, 5 % и 6%) показал, что для каждого ПАВ существует своя оптимальная концентрация образования полимолекулярных слоёв ($C_{\text{опт.}}$), при которой поверхности полностью экранированы друг от друга, при этом дальнейшее увеличение концентрации уже не приводит к улучшению показателей процесса трения. На рис. 5 приведена зависимость момента трения от количества циклов работы бегунка по кольцу при использовании смазочной композиции, содержащей соль ДЦГА и СЖК различных концентраций образования полимолекулярного слоя.

Графики $M_{\text{тр.}} = f(n_{\text{ц}})$ полностью коррелируют с результатами исследования смачивающих свойств. На основании этого можно говорить об исследовании смачивающих свойств смазочных композиций с использованием маслорастворимых ПАВ как методе экспресс-оценки смазочной эффективности подобных смазок.

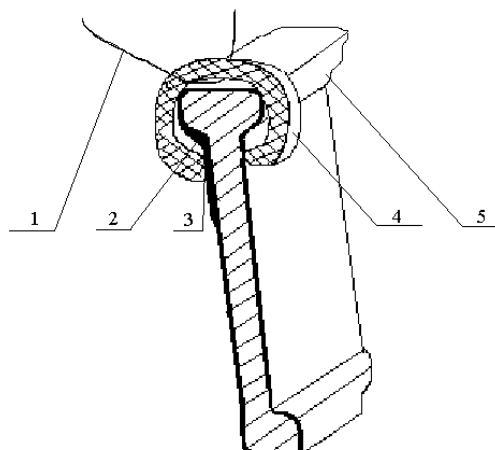


Рис. 4. Модель узла трения «кольцо-бегунок» кольцевой прядильной машины: 1 – нить; 2 – смазочная композиция; 3 – поверхность трения бегунка; 4 – анидный бегунок; 5 – стальное кольцо

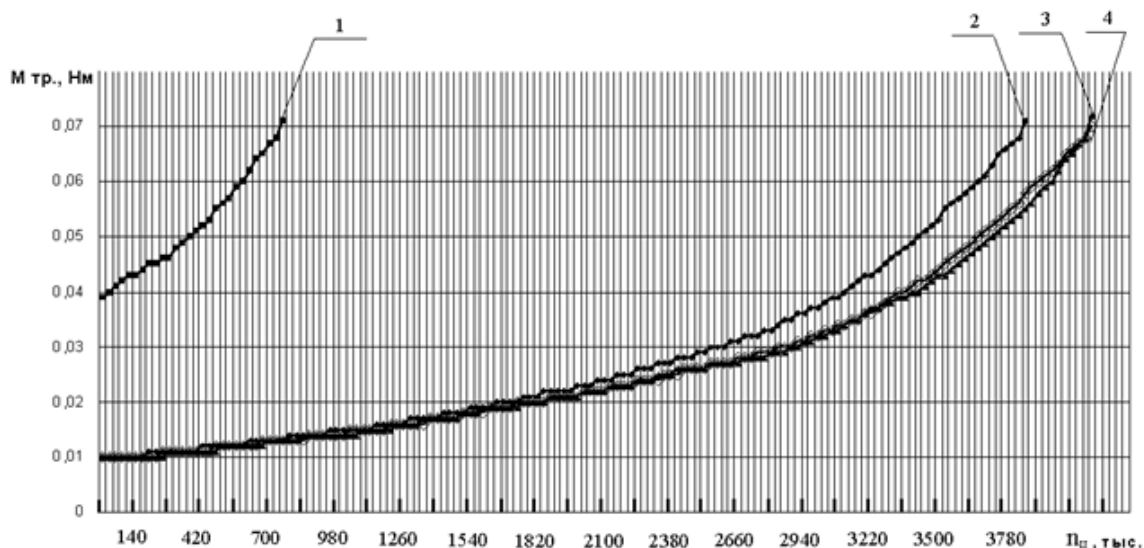


Рис. 5. Зависимость момента трения от количества циклов работы бегунка по кольцу при использовании смазочных композиций, включающих минеральное масло и соль ДЦГА и СЖК в концентрациях от 2 % до 4%

Смазочные композиции на основе маловязких масел с поверхностно-активными присадками целесообразно использовать в малонагруженных высокоскоростных парах трения в условиях, когда конструкция узла трения не может обеспечить возникновение упругогидродинамического режима трения и улучшить условия взаимодействия двух трущихся поверхностей можно при введении поверхностно-активных присадок. Узлы подобного типа применяются во многих областях техники, в том числе узлах и механизмах пожарной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Топорова Е. А.* Диссертация на соискание степени кандидата технических наук, 2004 г.
2. *Розенберг Ю.А.* Влияние смазочных масел на долговечность и надёжность деталей машин. М: Машиностроение, 1970, 304 с.
3. *Шинода К., Накагава Т., Тамамуси Б., Исемура Т.* Коллоидные поверхностно-активные вещества./ пер. с англ. Коноваловой Н.В., Костовой Н.З., канд. хим. Наук Яхнина Е.Д., под ред. д.х.н. Таубмана А.Б., канд. хим. Наук Маркиной З.Н. М.: «Мир», 1996, 315 с.
4. *Годлевский В.А.* Поверхностные явления: учеб. пособие. — Иваново, Иван, гос. ун-т. 1995. - 157 с.
5. *Билик Ш.М.* Пары трения металл-пластмасса в машинах и механизмах, М.: Машиностроение, 1966, 310 с.
6. *Левин С.З., Кучинская З.Е., Кучинский В. М.* и др. Исследование маслорастворимых ингибиторов коррозии на основе циклических аминов – Защита металлов, 1976, т. 12 № 3, с. 264
7. *Бакли Д.* Поверхностные явления при адгезии и фрикционном взаимодействии / Пер. с англ. А.Б.Белого, Н.К. Мышкина, под ред. А.И. Свириденка. – М.: «Машиностроение», 1986. – 360 с., ил.
8. *Дроздов Ю.Н., Павлов В.Г., Пучков В.Н.* Трение и износ в экстремальных условиях. Справочник. – М.: «Машиностроение», 1986, 223 с.

9. Мицеллообразование, солюбилизация и микроэмульсии/ пер. с англ. канд. хим. Наук М.Г. Гольфреда, под ред. д.х.н., проф. В.Н. Измаиловой. М.: «Мир», 1980, 584 с.

УДК 621.01

С. А. Фомин, В. П. Зарубин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР ПРИСАДОК К ТРАНСМИССИОННЫМ МАСЛАМ

В статье рассматривается вопрос выбора присадок к трансмиссионным маслам пожарной техники. Проведен обзор популярных производителей добавок к маслам с описанием основных достоинств и недостатков.

Ключевые слова: трансмиссия, технические жидкости, масла, смазки, пожарная техника.

S. A. Fomin, V. P. Zarubin

AN OVERVIEW OF ADDITIVES FOR TRANSMISSION OILS

The article considers the problem of choosing additives for gear oils and fire-fighting equipment. The review of popular producers of additives to oils with the description of the main advantages and disadvantages is carried out.

Keywords: transmission, technical fluids, oils, lubricants, fire equipment.

Трансмиссии пожарных автомобилей очень часто работают при повышенных нагрузках. Для обеспечения долговечной и безотказной работы коробок передач, дифференциалов мостов, коробок отбора мощности необходимо использовать специальные трансмиссионные масла. Они обеспечивают необходимую защиту материалов рабочих деталей от задиrow и повреждений создавая на них защитную пленку.

Масло трансмиссионное выполняет следующие основные функции: оно отводит тепло, возникающее в следствии нагрева трущихся друг от друга деталей. Следовательно, оно снижает и уровень шума от трения, а также предотвращает износ деталей.

Нагрузки на это масло обычно одинаковые на протяжении срока эксплуатации, а температура его работы практически не меняется. Поэтому больше всего требований к трансмиссионному маслу выставляется при работе в холодных температурах. Они имеют более высокую вязкость, в сравнении с двигательными. Масла для трансмиссий не могут быть взаимозаменяемы, тем более их нельзя смешивать. Таким образом для каждого конкретного узла необходимо использовать свою определенную смазку. Однако, для того, чтобы упростить и универсализировать использование масел, некоторые отечественные и зарубежные производители начали изготавливать масло, подходящее для эксплуатации в нескольких направлениях.

Стоит отметить, что применение таких моторно-трансмиссионно-гидравлических масел, возможно только для спецтехники, для силовых агрегатов тепловых установок, гидравлических прессов и прочих установок. Но его использование в автомобилях (коммерческих, легковых и грузовых) обычно не дает той эффективности, которая нужна для разных систем. Поэтому для персональных автомобилей обычно используют различные виды масла – под каждую систему. Выбор трансмиссионного масла зависит от того, в каких условиях приходится работать зубчатым передачам, и какие нагрузки они в это время испытывают. Основная задача трансмиссионного масла состоит в том, чтобы обеспечивать устойчивую масляную пленку на поверхностях трущихся деталей. Поэтому лучшее трансмиссионное масло будет то которое рекомендует производитель автомобиля.

Одним из самых сложных элементов трансмиссии автомобиля является коробка передач. Она содержит в своей конструкции множество движущихся компонентов. Их необходимо качественно смазывать, чтобы все шестерни без заеданий работали, при этом не создавали металлической стружки. Трансмиссионное масло позволяет уменьшить износ компонентов КПП и продлить срок эксплуатации. При этом масло не всегда на все 100% справляется с поставленной задачей. Решить эту проблему помогают различные присадки [1].

Эти средства призваны улучшить состав трансмиссионной жидкости, а также определенные эксплуатационные характеристики. Добавка в трансмиссионное масло может решить следующие задачи:

- частично восстановить рабочие свойства масляных насосов, а также повысить их гидроплотность;
- увеличить срок службы КПП;
- улучшить плавность переключения передач, что приведет к увеличению КПД узла;
- частично восстановить поврежденные поверхности;
- снизить уровень шума.

Для решения какой-либо определенной задачи рынок предлагает узкоспециализированные присадки [2]. Промышленность изготавливает подобные изделия отдельно для автоматической и механической коробки. Все товары условно можно разделить на три больших группы:

1. Составы, которые добавляют вовремя замены масла.
2. Присадки, используемые для экстренной помощи, чтобы отложить капитальный ремонт. Заливаются в уже используемое масло.
3. Третьи доливают перед тем, как залить новое масло.

В первую группу, как правило, входят антифрикционные присадки в трансмиссионное масло. Главная задача подобных продуктов – улучшить свойства рабочей жидкости, а также повысить защиту деталей от износа. В составе присадок имеется специальное вещество, которое при повышении температур образует на поверхности деталей КПП тонкую пленку, препятствующую истиранию металла. Тесты показывают, что подобные присадки не только продлевают срок службы агрегата, но и значительно понижают уровень шума.

Во вторую категорию относят присадки, которые помогают справиться с течью. При износе прокладок или сальников из системы начинает вытекать масло. Если провести оперативный ремонт не представляется возможным, рекомендуется использовать подобные присадки. Они содержат в составе вещества, активно воздействую-

щие на резиновые компоненты КПП. Примером может служить Pro-Line Getriebeoil-Verlust-Stop.

К третьей группе изделий относятся присадки для промывки системы. Они добавляются в масло незадолго до смены, при этом позволяют вывести нагар и другие отложения из системы. Примером для автоматических КПП может служить средство Automatik Getriebe-Reiniger.

Современный рынок предлагает автовладельцам широкий выбор присадок как для механических, так и для автоматических коробок передач. В качестве наиболее популярных можно отметить продукты следующих производителей.

Ревитализант Xado позволяет частично восстановить шестерни коробки передач, подшипников и других агрегатов коробки. Данная жидкость образует на поверхности детали тонкий металлический слой, который заполняет микротрещины, соответственно, продлевает срок службы агрегата.

Продукт MosTwo Ultra занимает лидирующие позиции на отечественном рынке. К ключевым достоинствам этой присадки можно отнести создание на поверхности деталей КПП защитной пленки и низким коэффициентом трения, восстановление мелких повреждений, увеличение срока службы узла до 5 раз, снижение шума и вибрации.

Продукт немецкого бренда Liqui Moly. В составе присадки основой является синтетический молибдено-органический комплекс. Дополнительно имеются частицы микрокерамики. Этот инновационный состав сглаживает мелкие неровности, а также заполняет микротрещины металла. Созданная присадкой пленка способна выполнять поставленные задачи на протяжении 50 тысяч километров пробега.

Среди продукции стоит отметить изделия Getriebeoil-Additiv (на основе дисульфида молибдена), GearProtect, обеспечивающую тихую работу КПП, а также Getriebeoil-Verlust-Stop для автомобилей с большим пробегом.

При покупке подобного состава необходимо определить цель использования. Обязательно стоит обращать внимание на то, для какого узла предназначена данная жидкость (механической или автоматической коробки передач). Использование неправильной присадки может привести к поломке КПП. Использование не каждой присадки может быть безопасно. Проблема заключается в том, что современные синтетические и полусинтетические масла уже имеют определенный пакет присадок. Они могут вступать в конфликт с теми, которые вводятся вручную. Это может привести не только к низкой или нулевой эффективности купленной продукции, но и повреждению ключевых узлов коробки передач. Предварительно обязательно стоит изучить свойства и состав используемого трансмиссионного масла и вводимой присадки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Улучшение эксплуатационных характеристик автотранспортной техники за счет применения высокоэффективных присадок / В.П. Зарубин, В.В. Киселев, П.В. Пучков, А.В. Топоров // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2014. – Т. 3. - № 1 (19). С. 56-62.

2. Перспективы применения нанопорошков силикатов в смазочных материалах, используемых в пожарной технике / В.П. Зарубин, В.В. Киселев, А.В. Топоров, и др. // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. - Т. 22. - № 5. С. 65-70.

УДК 621.2.082.18

Р. И. Харламов, В. А. Годлевский

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ СМАЗОЧНОГО СЛОЯ ВЕЩЕСТВ
С МЕЗОГЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

В работе представлен анализ работ по изучению контактного сопротивления при гидродинамической и граничной смазке.

Ключевые слова: трибология, анализ, смазочный слой, метод.

R. I. Kharlamov, V. A. Godlevsky**ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE LUBRICATING LAYER OF MATERIALS
WITH MESOGENIC PROPERTIES**

The paper presents an analysis of the study of contact resistance in hydrodynamic and boundary lubrication.

Keywords: tribology, the analysis of lubricating layer, the method.

Признанной «энциклопедией» в области описания структурообразования и физико-химических свойств граничных смазочных слоев на поверхности трения (металла) является, несмотря на некоторые недостатки и заблуждения, монография А.С. Ахматова [1]. Согласно этому автору, в случае вполне симметричных молекул вопроса об их пространственном расположении при адсорбции на твердой поверхности не возникает.

Такие симметричные молекулярные структуры, однако, относительно редки, а кроме того, в поле адсорбента, будучи способны к поляризации, эти молекулы нередко приобретают асимметрию в распределении зарядов. Что же касается молекул компонентов смазок, то у них преобладает цепная форма структуры, и для них характерно расположение характеризуемое двумя координатами x , y и двумя углами α , β (рис. 1). В зависимости от наклона оси АВ, молекулы, возможны горизонтальная (лежащее положение), вертикальная и наклонная ориентация. Понимая это, легко перейти к рассмотрению двумерных композиций образуемых подобными молекулами, т. е. непосредственно к рассмотрению граничных слоев на поверхности твердой фазы.

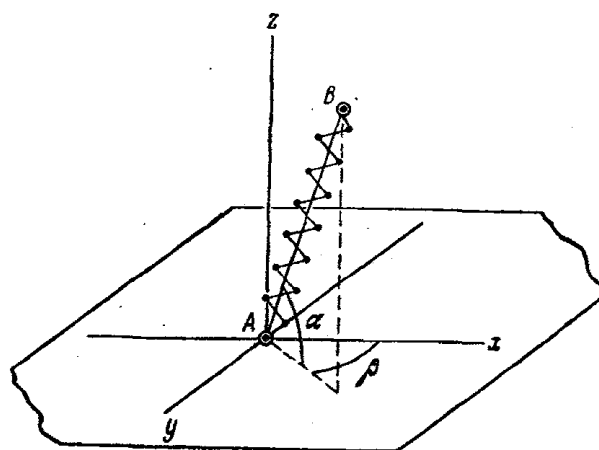


Рис. 1. Схема ориентации цепной молекулы на плоскости [1]

Основные выводы, сделанные А.С. Ахматовым из работ предшественников по изучению граничных слоев, могут быть резюмированы следующим образом:

- нормальные жирные кислоты, спирты, эфиры, металлические мыла, растворы этих веществ в неполярном масле, а также и натуральные масла (например, касторовое) способны к образованию на поверхности металла мультимолекулярных граничных слоев с правильно ориентированными молекулами.
- молекулы одного и того же вещества на поверхности различных металлов имеют различную степень ориентации: от резко выраженной до почти полного ее отсутствия. Количественного критерия степени ориентации пока не найдено. Она условно определяется по характеру электронограмм как «слабая», «средняя» и «резко выраженная».
- отмечено влияние температуры на ориентацию молекул. Исследование влияния повышения температуры на степень ориентации показало, что для каждой граничной системы может быть указана характеристическая «температура дезориентации» T_d .

Таким образом, поверхностно-активные вещества и масла различной природы способны образовывать граничные слои с более или менее выраженной структурой, зависящей от температуры окружающей среды. Но необходимо отметить, что существуют другие молекулы, различающиеся как по количеству активных центров, так и по их расположению. Положение активных центров в углеродной цепи нитевидных молекул, способность цепей к деформациям и, наконец, условия существования при адсорбции (температура, давление и поверхностная концентрация) определяют различные формы ориентации молекул на твердой поверхности.

Способов ориентации молекул различных видов существует большое количество. Классическими считаются случаи ориентации при адсорбции, наблюдаемые для насыщенных жирных кислот, молекулы которых содержат два активных центра: один на конце, а другой где-либо по длине углеродной цепи. Рассматривая поверхность металла с точки зрения схемы Герцфельда, А.С. Ахматов предположил, что в насыщенном мономолекулярном слое карбоксильные группы взаимодействуют с правильно чередующимися микрополями кристаллической решетки противоположных знаков. По этой причине смежные карбоксильные группы молекул жирных кислот имеют правильно чередующуюся позитивную и негативную ориентацию их электрических моментов. На рис. 2 приведена схема такого взаимодействия, из которой видно, что смежные полярные группы адсорбированных молекул связаны также и между собой силами ориентационного взаимодействия диполей, что должно способствовать повышению прочности подобной структуры.

Над образовавшимся таким образом мономолекулярном слое на монокристалле металла возможно появление другого (вторичного) монослоя и образования в дальнейшем мультимолекулярных граничных слоев. Необходимо отметить, что формирование моно- или мультимолекулярных слоев имеет свою кинетику [1, 2].

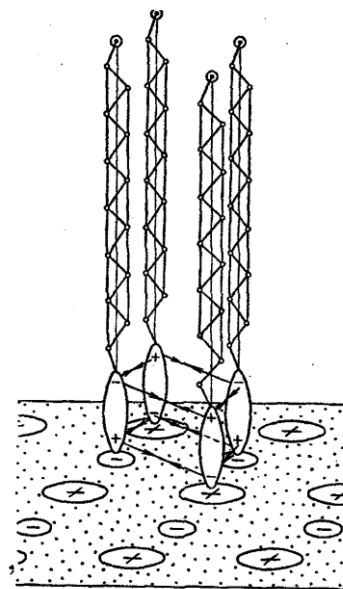


Рис. 2. Схема, поясняющая формирование насыщенного мономолекулярного адсорбционного слоя

Вопрос образования граничных слоев на поверхности металла нельзя рассматривать без учета реальной топографии металлической поверхности, микрорельеф которой определяется ее предварительной подготовкой.

В общем случае граничный слой вблизи металлической поверхности имеет поликристаллическое строение, определяемое строением металла (рис. 3а). Однако по мере удаления от поверхности над поликристаллической поверхностью возникает монокристаллическая зона граничного слоя. Для полированной поверхности высокого класса чистоты непосредственно над поверхностным слоем Бейльби возможно образование монокристаллического граничного слоя без переходного поликристаллического слоя [1], см. рис. 3б. Физическое состояние граничных смазочных слоев образованных натуральными маслами или смазочными составами является весьма сложным и малоизученным. Многие из этих веществ в объемных условиях относятся к категории смектических тел. Несомненно, что твердая фаза вносит свое влияние в это мезоморфное состояние.

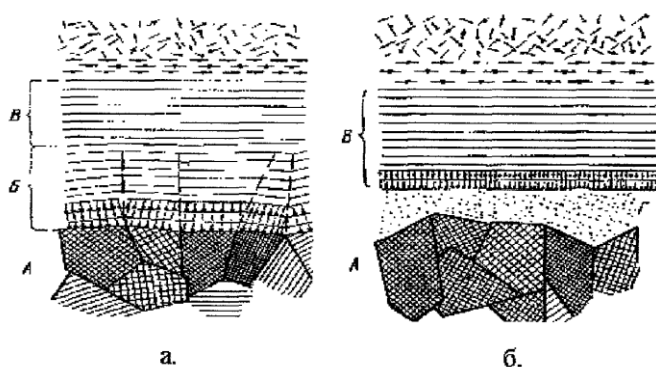


Рис. 3. Схема структуры граничного смазочного слоя на поверхности металла (а) и монокристаллического граничного слоя на поликристаллической поверхности металла, несущей слой Бейльби (б)

Вопрос о физических свойствах и структуре граничных не теряет своей актуальности, поскольку чистых смазочных продуктов без структурообразующих добавок практически не применяют. Можно утверждать, что происходит некоторое уточнение и углубленная проработка некоторых аспектов изучаемого вопроса без успешных попыток объединения частных решений в некое подобие общей теории образования, строения и разрушения граничных смазочных слоев. Например, существует несколько моделей строения граничных смазочных слоев, см. рис. 4.

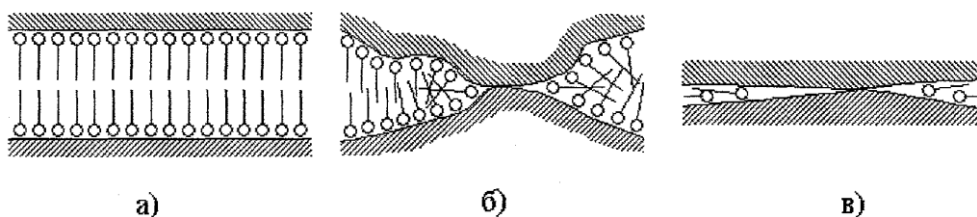


Рис. 4. Модели граничной смазки по Гарди (а), по Боудену и Тейбору (б) и по Адамсону (в)

Несмотря на то, что эти модели представлены в работе [3] как переход от несколько ошибочного представления о граничной смазке (рис. 4а и рис. 4б) к правильному пониманию ее сути (рис. 4в). Современное понимание данного вопроса позволяет утверждать, что все приведенные модели могут иметь место, одновременно, при переходе от эластогидродинамического режима трения к граничному.

Поскольку эффективность применения антифрикционных присадок не вызывает никаких сомнений, несмотря на то, что полного ответа на вопрос за счет чего эта эффективность достигается, работы по синтезу новых присадок и их композиций только расширяются. Немалый интерес вызывает применение различных веществ с ярко выраженными мезогенными свойствами, например, жидких кристаллов. Данный интерес подогревается тем, что все больше работ ведется по синтезу новых жидких кристаллов и исследованию образуемых ими двумерных и трехмерных композиций.

Некоторые работы в данной области выполняются в лаборатории Ивановского Государственного Университета [4, 5]. В частности, здесь производится синтез и исследование мезоморфизма соединений включающих, например, фрагмент диаминодibenзо-18-краун-6. Проще говоря, синтезируются и исследуются вещества известные как краун-эфир. На рис 5, в качестве иллюстрации, показаны примерный вид и схема упаковки молекул жидкокристаллических краун-эфиров в кристалле.

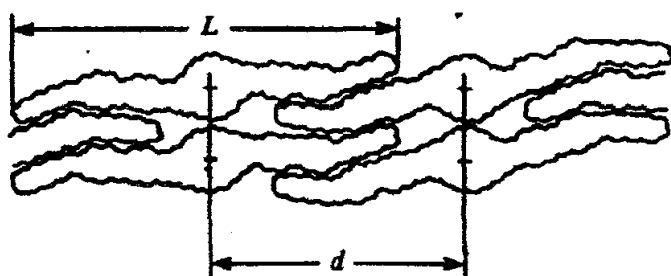


Рис. 5. Схема упаковки молекул жидкокристаллических краун-эфиров в кристалле: L - длина молекулы; d - расстояние между центрами молекул

Таким образом, несмотря на высокие темпы развития трибологии как отдельной отрасли научных знаний, большого объема полученных экспериментальных данных и существенном денежном финансировании (что характерно для экономически развитых стран) существенных сдвигов по созданию общей теории трения нет. Основными причинами столь малой продуктивности можно считать очень большую сложность физико-химических процессов при трении, большую зависимость этих процессов от внешних факторов и невозможности применения непосредственных методов измерений так как непосредственная зона трибоконтакта мала по величине и экранирована металлом. Причин много, но определяющей необходимо считать отсутствие методов непосредственного изучения трибоконтакта. Преобладают косвенные методы изучения как трибологических характеристик смазочных материалов, так и их действия в процессе трения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ахматов А.С.* Молекулярная физика граничного трения М.: Физматгиз, 1963. 472 с.
2. *Гаркунов Д. Н.* Триботехника: Учебник для студентов вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1989. 328 с.
3. *Адамсон А.* Физическая химия поверхностей / Пер. с англ. к. т. н. И. Г. Абидора. М.: Мир, 1979. 567 с.
4. *Акопова О.Б., Шабышев Л.С.* Синтез и исследование мезоморфизма соединений, содержащих фрагмент диаминодibenзо-18-краун-6 // Журнал общей химии, Т. 64, Вып. 4, 1994. С. 665-671.
5. *Akopova O., Alexandrov A., Pashkova T.* Synthesis and mesophase studies of crown-ethers derivatives. Proceed of SPIE Liq. Crist.: Chemical and Structure, 1997, V. 3319.
6. Справочник по триботехнике. В 3-х т. Т. 1. Теоретические основы / Под. общ. ред. М. Хебды, А.В. Чичинадзе. — М.: Машиностроение, 1989.— 400 с.

УДК 614.846

Р. И. Харламов, А. Д. Семенов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УЛУЧШЕНИЕ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНОГО СЛОЯ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ

В работе представлен анализ технологий получения смазочной композиции для улучшения антифрикционных свойств трибосопряжений узлов трения.

Ключевые слова: трибология, анализ, смазочный слой, трибосопряжения, надежность, износ.

R. I. Kharlamov, A. D. Semenov

IMPROVED ANTI-FRICTION PROPERTIES OF THE LUBRICATING LAYER IN THE FRICTION

The paper presents the analysis of technologies for the production of lubricating compositions for improving anti-friction properties of the friction units of the friction.

Keywords: tribology, analysis, lubrication layer, units, reliability, wear.

Известно [1], что одним из важнейших факторов, определяющих надежность трибосопряжений, является качественная смазка. Одним из способов повышения надежности пожарной техники и, в частности, двигателей, трансмиссии, специальных агрегатов, а также ресурсных возможностей узлов трения, является введение в смазочные материалы различных присадок, улучшающих как трибологические свойства смазочной среды, так и свойства смазываемых поверхностей. В последние годы предпринимаются попытки создания так называемых геомодификаторов трения — присадок на основе природных материалов или наночастиц, или совместно, оказывающих положительное влияние как на трибологические характеристики смазочного материала, так и на структуру и свойства твердых поверхностей, участвующих в трении.

Деление многочисленных присадок на плакирующие (кондиционеры), восстанавливающие (реметаллизаторы) и модифицирующие является условным и не всегда соответствует их поведению в изменяющихся условиях трения. К тому же в механизмах влияния присадок на смазочные композиции (СК) и на материалы пар трения еще много неясного. Большинство присадок рекомендуется добавлять в СК, используемые для смазки подвижных соединений, работающих при сравнительно невысоких температурах в зоне контакта и низких коэффициентах трения. О работоспособности СК с различными присадками в более жестких условиях трения (при температуре до 300 °С и коэффициентах трения до 0,2 до 0,4) судить не представляется возможным из-за отсутствия в литературе достоверных опытных данных.

Поэтому, разработка новой рецептуры и технологии получения геомодификаторов трения (присадок на основе соединения природных материалов с наночастицами), оказывающих положительное влияние как на трибологические характеристики

смазочного материала, так и на структуру и свойства твердых поверхностей, участвующих в жестких условиях трения является актуальной с научной точки зрения и важной для практического применения задач трибологии.

Известно, что некоторые минералы слоистого строения (типа слюды, каолина, графита и т.д.) широко используют в качестве загущающих и противоизносных присадок [2,3]. Их положительный эффект обусловлен способностью этих минералов образовывать на поверхностях трения тонкие пленки, состоящие из чешуйчатых частиц, ориентированных параллельно поверхности трения. Эти пленки (или слои) разделяют трущиеся поверхности, сглаживают их микрорельеф, а в случае сухого трения переводят его в трение внутреннее, при котором сдвиг происходит внутри слоя частиц. Таким образом, осуществляется чисто механическая защита трущихся поверхностей от износа.

В этой связи большой практический интерес представляет собой задача подобрать такой смазочный материал, который наряду вышеуказанными положительными свойствами обладал бы способностью химически и механохимически взаимодействовать с материалом деталей трибосопряжений, создавая на их поверхностях пленки с улучшенными трибологическими свойствами [3].

При изучении механохимических реакций с участием минеральных частиц, поверхностно-активных веществ (ПАВ), наноразмерных частиц и первичной сажи была обнаружена важная роль их композиций в механоактивации металлических поверхностей при трении, способных при их разрушении вступать совместно во взаимодействие с вновь образованными активными фрагментами и металлом трущихся тел.

Известно [6], что минералы этой группы силикатов минерализуются в виде тонких пластинок и проявляют совершенную спайность параллельно структурным слоям. Они характеризуются слоистыми кристаллическими решетками, образованными пакетами, состоящими из одного октаэдрического, состав которого определяется формулой $Mg_3O_2(OH)_4$, и одного тетраэдрического (Si_2O_3) слоев. При этом прочность связи между слоями такова, что механическое разрушение минерала по плоскостям спайности с разрывом связей O-OH может сопровождаться разрывом внутрипакетных связей. Это может приводить к появлению активных фрагментов кристаллической решетки, способных химически и механохимически взаимодействовать совместно с наноразмерными частицами с атомами поверхности металлов.

Авторами [7] проведены лабораторные трибологические испытания различных модификаций серпентина и было показано, что введение высокодисперсного порошка одной из модификаций серпентина (офита) в смазочные среды существенно повышает их противоизносные свойства и улучшает противоизносные и антифрикционные свойства как моторных, так и трансмиссионных масел.

Образование устойчивых износостойких пленок на поверхностях трения при смазке маслами с добавкой серпентина и наноразмерных частиц было обнаружено авторами при эксплуатационных испытаниях непосредственно на двигателях внутреннего сгорания. Исследования показали, что противоизносный эффект, наблюдаемый при введении в смазочную среду высокодисперсного порошка серпентина, наноразмерных частиц SiO_2 , FeO, Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O и первичной сажи обусловлен их воздействием не на смазочную среду, а на поверхность трения. Поскольку процесс образования на трущейся поверхности противоизносной пленки является кинетическим, то естественно, что положительное влияние твердосмазочной смеси проявляется не сразу, а через некоторый, иногда достаточно продолжительный период приработки.

Значительная толщина образующихся поверхностных пленок позволила однократно вводить в смазочную среду твердосмазочную смесь с высокодисперсными материалами не только для модифицирования фрикционных свойств, но и для безразборного восстановления работоспособности изношенных деталей фрикционных сопряжений. Использование предлагаемой смазочной среды приводит, например, к заметному увеличению толщины зубьев по делительной окружности шестерен (до 0,2 мм). Кроме этого, предлагаемая смазочная композиция при введении в моторные масла повышает давление в цилиндрах, что свидетельствует об улучшении приработки поршневых колец и гильз цилиндров. При этом наблюдалось повышение мощности двигателей на 10...15% и снижение расхода моторного топлива на 7...10%.

Таким образом разработка состава и технологии получения композитной смеси, добавляемой в смазочные материалы для формирования покрытия на трущихся поверхностях с учетом режимов работы узлов сопряжения является значительным решением актуальных и проблемных вопросов трибологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Погодаев Л.И.* Повышение надежности трибосопряжений/ Л.И. Погодаев, В.Н. Кузьмин, П.П. Дудко. — С-Пб.: Академия транспорта РФ, 2001. — 304 с.: ил.
2. *Брейтуэйт Е.Р.* Твердые смазочные материалы и антифрикционные покрытия. — М: —1967. — 317 с.
3. *Волков В.П., Павлов К.А., Лознецова Н.Н., Топоров Ю.П.* Использование высокодисперсных природных гидросиликатов и наноразмерных частиц для модифицирования трущихся поверхностей. //Трение и смазка в машинах и механизмах, 2006.— № 12. — С.3–5.
4. *Аввакумов Е.Г.* Механические методы активации химических процессов. — Новосибирск., 1986. — 306 с.
5. *Нечаева СИ., Топоров Ю.П., Матвеев В.В.* Механо-химические превращения в композициях на основе полиамида и активного минерального наполнителя при трении //Трение и износ. —1994. — Т. 15. № 2. — С. 210—215.
6. *Лознецова Н.Н., Ляхов Б.Ф., Павлов К.А., Топоров Ю.П.* Оценка наводороживающей способности смазочных материалов //Эффект безызносности и триботехнологии. — 2003.— № 2.— С. 13—15.
7. *Волков В.Г., Лознецова Н.Н., Павлов К.А., Топоров Ю.П.* Силикаты группы серпентина как материал для присадок к смазочным маслам //Материаловедение. — 2006.— № 4.— С. 41—45.

УДК 621.01

М. Ф. Шляпников, В. П. Зарубин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ ЗАМЕНЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

В статье рассматривается вопрос проведения технического обслуживания пожарной техники. Основной акцент сделан на необходимости проведения своевременных работ по

замене смазочных материалов. Проводится анализ существующего оборудования для проведения смазочно-заправочных работ.

Ключевые слова: техническое обслуживание, технические жидкости, масла, смазки, пожарная техника, работоспособность.

M. F. Shlyapnikov, V. P. Zarubin

TO THE QUESTION OF THE REPLACEMENT OF TECHNICAL LIQUIDS, FIRE EQUIPMENT

The article deals with the issue of maintenance of fire fighting equipment. The main emphasis is on the need for timely work on the replacement of lubricants. The analysis of existing equipment for lubrication and refueling is being carried out.

Keywords: maintenance, technical fluids, oils, lubricants, fire equipment, working capacity.

Работа любого механизма сопряжена с относительным перемещением контактирующих друг с другом деталей. При таком взаимодействии возникает трение которое негативно отражается на работе узла трения и всего механизма в целом. На преодоление сопротивления необходимо затрачивать определенную энергию, при трении наблюдается разогрев поверхностей деталей, происходит износ и т.д. Для снижения трения и уменьшения его негативного влияния на поверхности трения, в зону трения вводят различного рода смазочные материалы [1]. Выбор смазочного материала зависит от материалов пары трения, условий и режимов работы. Особое внимание уделяется выбору смазок для специализированной техники к которой можно отнести пожарные автомобили. Пожарный автомобиль и другая пожарная техника должны находиться в исправном состоянии и быть всегда готовы к выполнению поставленных задач. Нередко условия работы таких машин и механизмов близки к экстремальным с резким изменением нагрузки от минимальных до максимальных значений, с длительной работой при высоких оборотах и линейных скоростях, с работой в условиях значительного перепада температур. Поэтому выбор правильного смазочного материала для узлов пожарной техники является важной задачей. Однако даже правильно подобранный смазочный материал в процессе работы теряет свои свойства, загрязняется продуктами износа и требует своевременной замены [2].

Операции по замене моторного и трансмиссионного масел, нагнетанию консистентных смазок, замене охлаждающей жидкости можно отнести к наиболее часто выполняемым работам в процессе эксплуатации любой техники. Объем этих работ составляет 16 – 26% от работ проводимых при техническом обслуживании ТО-1 и 9 – 18% при ТО-2. Смазочно-заправочные работы состоят в замене или пополнении агрегатов (узлов) маслами, топливом, техническими жидкостями, замене фильтров. Качество этих работ относится к числу значимых факторов, влияющих на ресурс узлов. Так, например, у большинства конструкций шаровых опор запаса «заводской» смазки хватает на весь период эксплуатации. Однако в тех опорах, где есть отверстия для масленки и смазка производится в режиме ТО-2, ресурс повышается на 20-30%. Объясняется это тем, что не смотря на защитный резиновый чехол внутрь опоры может проникать влага и абразивные частицы, а вновь поступающая смазка очищает трущиеся поверхности тем самым продлевая срок службы узла [3]. Эксплуатация двигателя

с уровнем масла ниже допустимого приводит к полному падению давления в системе смазки и выходу из строя вкладышей коленчатого вала.

Основным технологическим документом, определяющим содержание смазочных работ, является химмотологическая карта, в которой указывают места точек смазки, периодичность смазки, марку масел, их заправочные объемы.

Составной частью заправочных работ являются промывочные. При промывке вымываются продукты износа, что обеспечивает лучшие условия работы деталей и вновь заливаемых жидкостей. Замена, например, всего объема тормозной жидкости в системе (1 раз в год), что приравнивается к промывочным работам, увеличивает долговечность резиновых уплотнительных манжет в 1,5-2,5 раза.

В целях минимизации времени проведения смазочно-заправочных работ, удобства их выполнения, контроля за расходом смазочных и других жидких заправочных материалов, соблюдения норм пожарной, санитарной и экологической безопасности, на рынке представлена широкая гамма оборудования соответствующего функционального назначения, способного удовлетворить запросы специалистов проводящих техническое обслуживание пожарной техники.

Оборудование для смазочно-заправочных работ подразделяется на стационарное и передвижное. Подачу масла (жидкостей) обеспечивают нагнетательные устройства, приводимые в действие электроэнергией или сжатым воздухом. Некоторые модели имеют ручной привод. Так стационарные универсальные механизированные установки в большинстве случаев имеют панель, содержащую несколько барабанов с самонаматывающимися шлангами и раздаточными наконечниками (кранами) для моторного и трансмиссионного масел, пластической смазки, воды, сжатого воздуха. Масла и смазки поступают в раздаточные шланги с помощью пневматических насосов, установленных в резервуарах – стандартных бочках, в которых масла и смазки доставляют на пост. При подаче жидких масел обеспечивается давление до 0,8 МПа, при подаче пластической смазки – 25-40 МПа. Использование таких установок позволяет проводить обслуживание автомобилей с заменой или заправкой большого количества масел и других технических жидкостей.

Для заправки, прокачки или замены рабочей жидкости привода гидравлических тормозов выпускаются приспособления, представляющие собой бак на несколько литров, из которого тормозная жидкость под действием сжатого воздуха (0,3 МПа) через раздаточный шланг и резьбовой штуцер подается в главный тормозной цилиндр. С таким приспособлением замену тормозной жидкости или прокачку системы может проводить один исполнитель. Некоторые приспособления этого типа позволяют проверять качество тормозной жидкости.

Широкий спектр оборудования создает для потребителя возможность оптимального выбора. Для этого оборудование одного и того же функционального назначения классифицируют по принципу работы.

Установки для удаления (извлечения) моторных и трансмиссионных масел из агрегатов классифицируются по принципу их действия:

1. Сливные – масло удаляется методом самотека под действием силы тяжести через сливное отверстие в агрегате автомобиля;
2. Декомпрессионные – масло удаляется методом откачки из агрегата автомобиля в емкость, установки, давление в которой ниже атмосферного;
3. Установки, в которых удаление масла происходит путем его откачки встроенной вакуумной электрической помпой через отверстие масляного щупа либо само-

теком (наличие предкамеры с индикацией объема и смотрового окна позволяет контролировать объем откаченной жидкости);

4. Пневматические – комплектуются пневмонасосом, подключаемым к пневмолинии;

5. Комбинированные – масло может удаляться как методом откачки (декомпрессии), так и самотеком (методом слива) в зависимости от ситуации.

Вышеперечисленные установки бывают переносными, подкатными (передвижными) или стационарными. Следует обратить внимание на способ удаления масел из резервуара установки после его максимального заполнения в емкость для хранения и дальнейшей утилизации. Разгрузка масел из резервуара при объемах меньше 25 литров ведется вручную, при больших объемах – пневматически.

Маслозаправочные установки по принципу действия классифицируются следующим образом:

1. Ручные – насос подачи масла приводится в действие в ручную;

2. Компрессионные – подача масла осуществляется за счет сжатого воздуха в резервуаре установки (важно, что такие установки функционируют независимо от источника сжатого воздуха, например, пневмолинии);

3. Пневматические – подача масла осуществляется дозированно пневматическим насосом двойного действия, подключаемым к пневмолинии (предполагаются различные модели насосов и способы их установки на емкостях любого размера, включая стандартные бочки, возможно настенное закрепление, размещение на подкатных тележках с установленными на них емкостями).

Таким образом в настоящее время для качественного обслуживания пожарной техники можно подобрать подходящее оборудование. Это позволит качественно проводить мероприятия технического обслуживания. Своевременная и правильная замена технических жидкостей значительно продлит срок службы узлов и агрегатов пожарной техники, что приведет к снижению финансовых затрат на ремонтные работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зарубин В.П., Легкова И.А. Влияние смазочных материалов на процесс трения и изнашивания в узлах трения пожарной техники NovaInfo.Ru – 2016. - №53 (т.2). – С. 34-36.

2. Зарубин В.П. Общие вопросы трения и изнашивания деталей пожарной техники NovaInfo.Ru – 2016. - №53 (т.2). – С. 16-18.

3. Зарубин В.П. Перспективы применения нанопорошков силикатов в смазочных материалах, используемых в пожарной технике / В.П. Зарубин, В.В. Киселев, А.В. Топоров, П.В. Пучков, А.А. Мельников // Пожаровзрывобезопасность. Том 22, №5, 2013. – С.65-69.

ТРИБОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

УДК 621.891

Г. В. Даровской, В. Н. Поляков, А. Р. Шайхиев

ФГБОУ ВО Ростовский государственный университет путей сообщения

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИБОРНОЙ СТОЙКИ МАШИНЫ ТРЕНИЯ ИИ 5018

Разработано, апробировано и внедрено в практику трибомониторинга устройство для регистрации момента трения и температуры на машине трения ИИ 5018, заменяющее приборную стойку и существенно снижающее трудоемкость испытаний и обработки полученных данных.

Ключевые слова: моделирование, роликовая машина трения, приборная стойка, измерение, момент трения.

G. V. Darovskoy, V. N. Polyakov, A. R. Shaykhiyev

MODERNIZATION OF THE INSTRUMENT POST BY THE II 5018 TYPE FRICTION MACHINE

The device for registration of the friction moment and temperature by the II 5018 type friction machine replacing an instrument post and significantly reducing labor input of tests and processing of the obtained data is developed, approved and introduced in practice of a tribomonitoring.

Keywords: modeling, roller type friction machine, instrument post, measurement, friction moment.

В настоящее время исследование сложных трибологических систем осуществляется с помощью математико-физического моделирования, которое позволяет воспроизводить различные условия испытания для узлов трения и изнашивания на специальных трибометрах [1].

При проведении трибомониторинга широкое распространение получили машины трения типа «Амслер» или роликовые машины трения: ИИ 5018, 2070 СМТ-1, СМЦ-2, Shimadzu и др.

Машина трения ИИ 5018 является одной из последних модификаций роликовых машин и предназначена для испытания на трение и износ металлов и сплавов, жестких конструкционных пластмасс и композитов [2].

Конструктивно в нее входят следующие составные части: установка испытательная, стойка приборная (рис. 1) и соединительные устройства.

Стойка приборная связана электрически с машиной ИИ 5018 и компьютером для обработки информации, которая регистрируется в процессе испытания: момента (силы трения), силы нормального давления, скорости, пути трения, температуры в заданной зоне, работы трения, износа и т.п. [3].

Приборная стойка, которая имеется в ФГБОУ ВО РГУПС, морально и технически устарела, т.к. была произведена в начале 90-х годов. Кроме того, увеличилась трудоемкость ее обслуживания, а современные требования к информационному обеспечению не позволили ее использовать для трибомониторинга.

Для упрощения процедуры снятия сигнала и обработки его с помощью компьютера была разработана новая функциональная схема регистрации крутящего момента и температуры (рис. 2).

Переменное амплитудно-модулированное напряжение с выхода бесконтактного датчика крутящего момента, трансформаторного типа, подается на вход преобразователя 2 (см. рис. 2). С выхода преобразователя напряжение подается на аналоговый вход модуля АЦП 3.

Оцифрованный сигнал по последовательному интерфейсу передается на персональный компьютер 4.

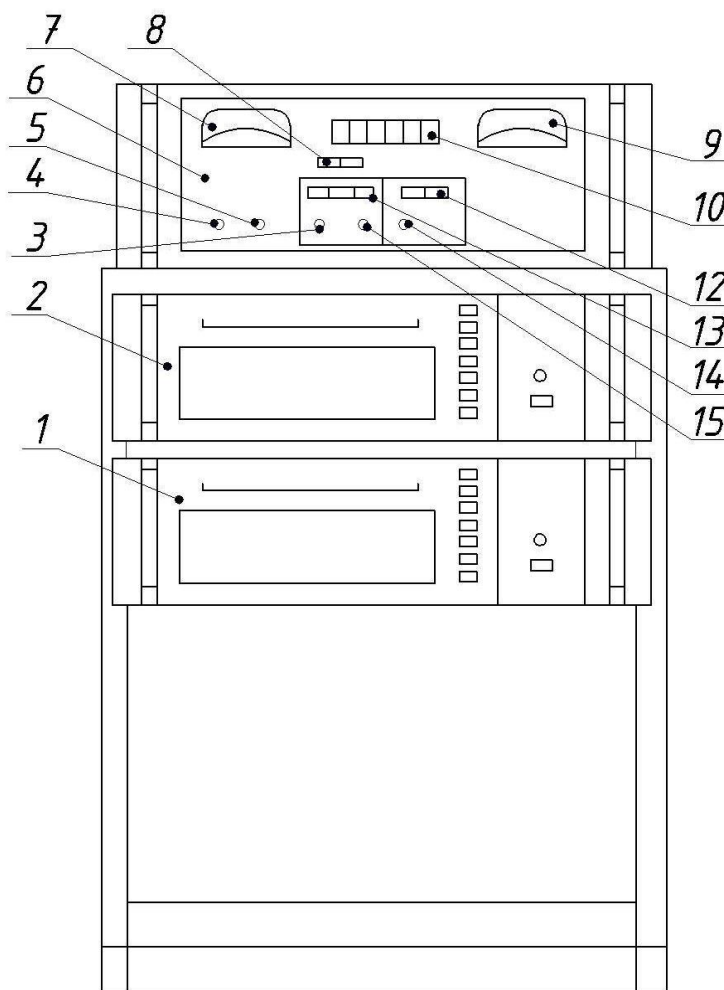


Рис. 1. Стойка приборная машины трения ИИ 5018:
 1,2 – приборы; 3, 4 – ручка «Грубо»; 5, 15 - ручка «точно»; 6 – измерительный блок; 7, 9 – приборы;
 8 – переключатель; 10 – табло; 12, 13 – переключатель;
 14 – ручка; 16 – сварной каркас;
 17 – сферические опоры

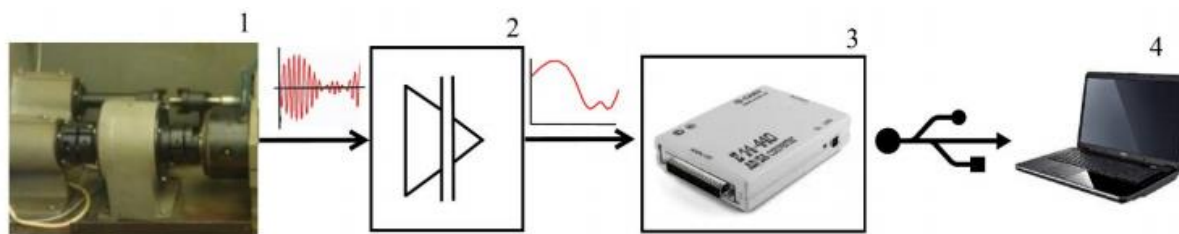


Рис. 2. Функциональная схема системы регистрации крутящего момента

Преобразователь 2 преобразует амплитудно-модулированное переменное напряжение в униполярное напряжение, величина которого пропорциональна амплитуде переменного напряжения на входе.

В качестве АЦП применялся модуль для создания портативных измерительных систем Е14-140М, внесенный в Госреестр средств измерений.

Результаты измерений выводятся на экран компьютера как показано на рис 3.

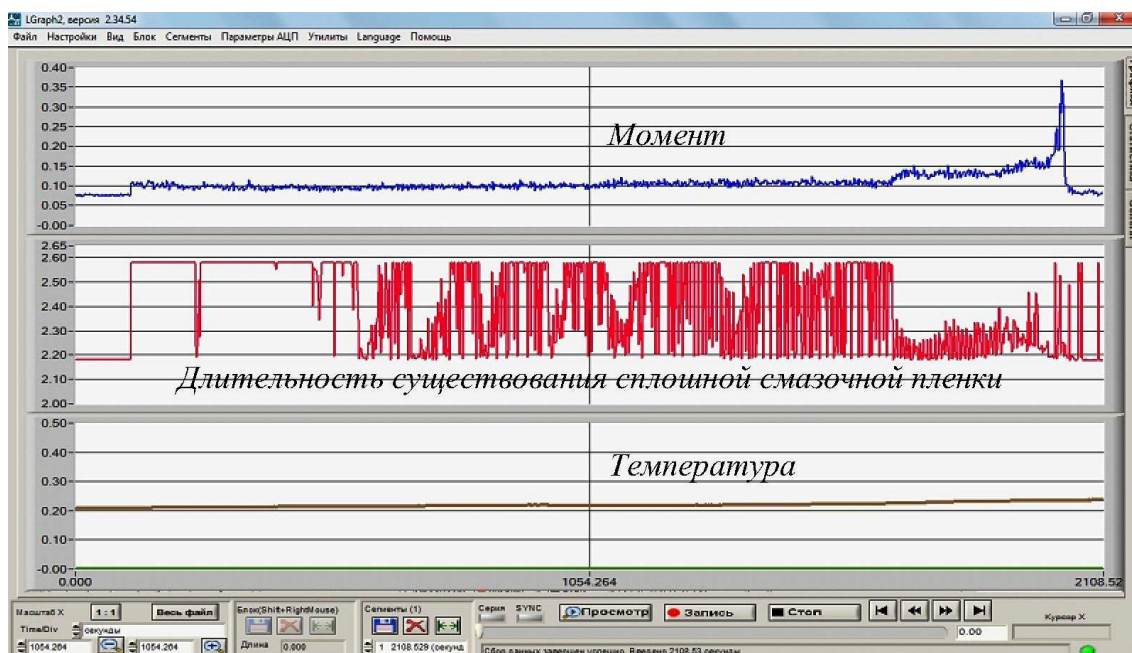


Рис. 3. Осциллограммы экспериментальных исследований на машине трения ИИ 5018

Поскольку модуль АЦП 3 не имеет гальванической развязки и питается от USB порта ПК, в преобразователе входные и выходные цепи гальванически развязаны операционным усилителем и DC/DC источником. На операционных усилителях собран пиковый детектор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы трибологии (трение, износ и смазка): Учебник для технических вузов. 2-е изд. перераб. и доп. / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др.; Под общ. Ред. А.В. Чичинадзе – М. : Машиностроение, 2001. – 664 с.
2. Паспорт машины для испытания материалов на износ ИИ 5018. – Иваново : ПО «Точприбор, 1990. – 115 с.
3. Елманов, И.М. Особенности градуировки машин трения типа «Амслер» / И.М. Елманов, Г.В. Даровской. – Ростов н/Д : РГУПС, 2010. – 157 с.

УДК 621.058

В. С. Догадкин^{*}, П. В. Пучков^{}**

^{*}Главное управление МЧС России по Ивановской области

^{**}ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ПРОТЯЖКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

В данной статье пойдет речь о новом техническом решении, направленном на совершенствование конструкции режущего инструмента для обработки глубоких отверстий. Предлагаемое изобретение должно в свою очередь повысить долговечность и ремонтпригодность дорогостоящего инструмента.

Ключевые слова: протяжка, стружечная канавка, обработка глубоких отверстий, резание.

V. S. Dogadkin, P. V. Puchkov

INCREASE OF DURABILITY AND REPAIRS OF THE PROTECTION FOR PROCESSING DEEP HOLES

In this article we will talk about a new technical solution aimed at improving the design of the cutting tool for processing deep holes. The proposed invention should, in turn, improve the durability and maintainability of an expensive tool.

Keywords: broaching, chip groove, deep hole processing, cutting.

Протягиванием называется обработка поверхностей инструментами – протяжками (см. рис. 1), снабженными зубьями, расположенными перпендикулярно оси инструмента; каждый из зубьев снимает определенный слой металла, так как высота зубьев различна. Снятие металла с поверхности при обработке отверстий происходит при перемещении протяжки по направлению оси обрабатываемой детали.

Широко известны круглые протяжки для протягивания глубоких отверстий со спиральными канавками, выходящими на торец задней направляющей части протяжки. Такое расположение стружечной канавки обеспечивает свободный выход стружки через протягиваемое отверстие и не ограничивает его длину.

Однако, недостатком конструкции стандартных протяжек является то, что спиральное расположение канавки под углом к её оси приводит к возникновению недопустимого крутящего момента, вследствие нормального давления стружки на одну из сторон канавки.



Рис. 1. Протяжка шлицевая

Во избежание этого, предлагается усовершенствовать конструкцию обычной протяжки и выполнить стружечную канавку, расположив её по винтовой линии с переменным направлением, что устранил возникновение крутящего момента, вследствие действия нормального давления на участках с различными направлениями линии стружечной канавки.

Сущность технического решения состоит в том, что режущая часть протяжки состоит из секций с режущими кромками и стружечными канавками. Канавки двух соседних секций расположены с переменным направлением.

Технический результат направлен на устранение крутящего момента, возникающего при протягивании глубоких отверстий. Это достигается тем, что стружечную канавку предлагается, расположить по винтовой линии с переменным направлением, а режущую кромку в каждой секции расположить по винтовой линии под углом $\alpha = 25 - 28^\circ$ к оси протяжки. Такое расположение стружечной канавки не препятствует перемещению по ней стружки. Преимущество применения такой протяжки заключается в том, что при затуплении и износе режущей части инструмента её легко заменить, путем замены секций. На рис. 2 представлена конструкция режущей части протяжки. В предлагаемой протяжке режущая часть состоит из секций 1, нанизанных на основание протяжки. Секции имеют на своей поверхности режущие кромки 2 и стружечные канавки 3. Каждая секция на своем протяжении имеет постоянное направление стружечной канавки. Режущие кромки расположены под углом $\alpha = 25 - 28^\circ$ к оси протяжки, что не затрудняет продвижение стружки по стружечной канавке в процессе обработки отверстия.

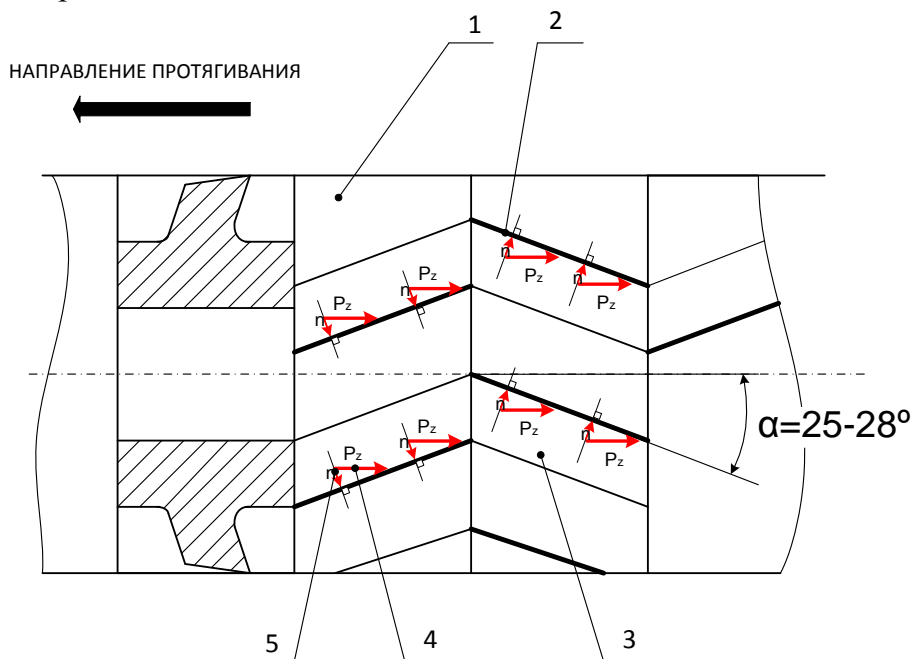


Рис. 2. Протяжка для обработки глубоких отверстий со сменными режущими частями

Принцип работы протяжки заключается в следующем: при протягивании инструмента сквозь отверстие на режущие кромки секций действует сила резанья P_z 4. Режущие кромки постепенно срезают слой припуска на обработку, в результате чего, образующаяся стружка, двигаясь по стружечной канавке воздействует на канавку с

силой нормального давления p 5. Это приводит к возникновению крутящего момента. Но при расположении секций с переменным направлением, силы нормального давления, воздействующие на инструмент компенсируют друг друга. В результате достигается требуемый диаметр отверстия (повышается качество точности), выглаживаются стенки отверстия (снижается шероховатость), выпрямляется ось отверстия (по сравнению с предыдущей операцией, например: сверлением).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В.* Перспективы применения магнитоожидкостных устройств в пожарной и аварийно-спасательной технике.// Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2010. - №2. – С. 63–64.
2. *Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В.* Повышение надежности пожарной техники применением модернизированных смазочных материалов.// Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2010. - №3. – С. 24–28.
3. *Пучков, П.В.* Магнитоожидкостное уплотнение подшипника качения / П.В. Пучков, А.В. Топоров, Н.А. Кропотова, И.А. Легкова. – Наука и образование в социокультурном пространстве современного общества: материалы международной научно-практической конференции. – Смоленск, 2016. – С. 33-35.
4. Патент РФ на полезную модель № 62348, МПК В 23 D 43/06 2006.01 Протяжка для обработки глубоких отверстий/Подгорков В.В., Пучков П.В. Опубликовано 10.04.2007 г.

УДК 621.058

В. С. Догадкин^{}, П. В. Пучков^{**}*

^{*}Главное управление МЧС России по Ивановской области

^{**}ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРНЯ СТРУЖКИ В ЗАДАННОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОБЛАСТИ ОБРАЗЦА

В данной статье пойдет речь о новом устройстве, работающем автоматически и предназначенном для получения корня стружки в заданной области исследуемой заготовки. В свою очередь корень стружки необходим для исследования и оценки влияния СОЖ на пластическую деформацию срезаемого слоя в зоне стружкообразования.

Ключевые слова: свободное резание, корень стружки, цанговое приспособление, геркон.

V. S. Dogadkin, P. V. Puchkov

DEVICE FOR RECEIVING THE FEMALE ROOT IN THE SAMPLE OBJECT

In this article we will talk about a new device that works automatically and is designed to produce a chip root in a given area of the workpiece being studied. In turn, the chip root is needed to study and evaluate the effect of coolant on the plastic deformation of the cut layer in the chip formation zone.

Keywords: free cutting, chip root, collet device, reed switch.

При механической обработке металлов резанием качество обрабатываемой поверхности зависит от ряда факторов: от подачи, скорости резания, материала из которого изготовлен инструмент, наличие или отсутствие СОЖ и т.д.

Для исследования и оценки влияния СОЖ на пластическую деформацию срезаемого слоя в зоне стружкообразования необходимо исследовать корни стружки, полученные при свободном резании заготовки (см. рис. 1). Корни стружки могут быть получены при мгновенном прекращении резания с помощью цангового приспособления для мгновенного прекращения резания. Цанговое приспособление для мгновенного прекращения резания относится к машиностроению, конкретно к исследованию процессов пластической деформации в зоне резания металлов.

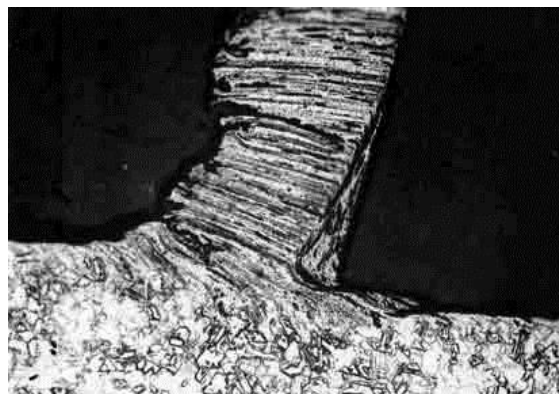


Рис. 1. Микрофотография корня стружки с наростом

Предлагаемое устройство необходимо для образования корня стружки на заготовке в заданной для изучения области на обрабатываемой поверхности автоматически.

Технический результат достигается тем, что в предлагаемом устройстве установлена контактная группа постоянный магнит - геркон. Корпус устройства содержит диэлектрический диск с локально прикрепленным к нему постоянным магнитом, который служит для замыкания контактов геркона. При приближении постоянного магнита к корпусу геркона на критическое расстояние, происходит замыкание контактов геркона, электрическая цепь замыкается, включается электромагнит, вследствие чего срабатывает сердечник электромагнита, он ударяет по винту цанги и резание мгновенно прекращается. Сущность предлагаемого устройства заключается в том, что с помощью данного приспособления можно мгновенно прекратить процесс резания в любой точке поверхности образца. Для этого геркон прикреплен к штанге с помощью, которой можно регулировать его положение относительно диска с постоянным магнитом путем выставления различного расстояния до диска (осевая координата). В свою очередь постоянный магнит устанавливается в той точке диэлектрического диска (радиальная координата), которая соответствует координате на заготовке, в которой должен прекратиться процесс резания.

Цанговое приспособление для мгновенного прекращения резания изображено на рис. 2 в сборе.

Предлагаемое устройство содержит корпус 1 в виде вала, на корпус свободно установлена втулка 2, которая устанавливается на цанге 4 и закрепляется на ней конусом 3 при помощи винта 5. Образец 6 соединяется со втулкой при помощи резьбы. На корпус 1 осевым отверстием установлен диск 7 из диэлектрического материала с локально установленным постоянным магнитом 8. Диск зафиксирован на корпусе 1 при помощи контргайки 9. Устройство также содержит электромагнит 10 с подвижным сердечником 11. На резцедержателе токарного станка закреплена штанга 13 с герконом 12. К геркону подведена электрическая цепь 14 от электромагнита 10.

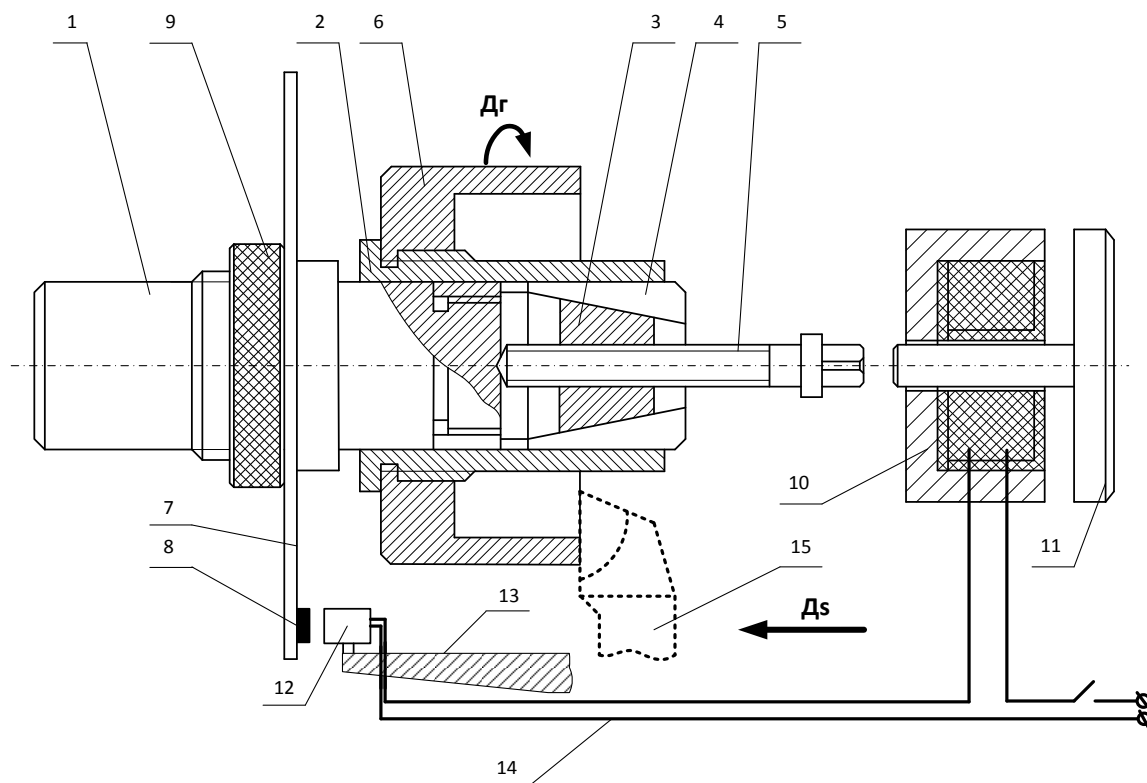


Рис. 2. Цанговое приспособление для мгновенного прекращения резания: 1- корпус; 2 – втулка; 3 – конус; 4 – цанга; 5 – винт; 6 – образец; 7 – диск; 8 – магнит постоянный; 9 – контргайка; 10 – электромагнит; 11 - сердечник электромагнита; 12 – геркон; 13 – штанга; 14 – электрическая цепь; 15 - резец

Для работы устройства его корпус закрепляют в патроне станка, втулку 2 закрепляют на цанге 4. На втулку 2 навинчивают образец 6 из обрабатываемого материала. После закрепления втулки 2 на цанге 4 винт 5 вывинчивают из конуса 3 на 4-5 оборотов. При этом конус 3 силами трения удерживается в цанге 4 и втулка 2 в процессе резания остаётся закрепленной на цанге 4 и корпусе 1 приспособления в процессе резания. При приближении на критическое расстояние геркона 12 к постоянному магниту 8, находящемуся на диске 7, электрическая цепь 14 замыкается и включается электромагнит 10, закрепленный на пиноле задней бабки станка. После включения электромагнита 10 его сердечник 11 ударяет по винту 5, в результате чего конус 3 смещается и освобождает цангу 4, скрепляющую втулку 2 с образцом 6. Резание резцом 13 мгновенно прекращается. После этого образец 6 снимают со втулки 2 и вырезают из образца получившийся корень стружки. Корень стружки заливают стерокрилом и обрабатывают для получения микрошлифа в главной секущей плоскости. По микрошлифам оценивается деформация срезаемого слоя, наличие нароста, интенсивность деформации и усадка стружки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Перспективы применения магнитожидкостных устройств в пожарной и аварийно-спасательной технике.// Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2010. - №2. – С. 63–64.

2. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Повышение надежности пожарной техники применением модернизированных смазочных материалов.// Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2010. - №3. – С. 24–28.

3. Пучков, П.В. Магнитожидкостное уплотнение подшипника качения / П.В. Пучков, А.В. Топоров, Н.А. Кропотова, И.А. Легкова. – Наука и образование в социокультурном пространстве современного общества: материалы международной научно-практической конференции. – Смоленск, 2016. – С. 33-35.

4. Патент РФ на полезную модель № 83204 МПК 7 F16J 15/43. Устройство для мгновенного прекращения резания/Подгорков В.В., Пучков П.В., Латышев В.Н. Опубликовано 27.05.2009 г.

УДК 621.7.06

Е. В. Егорычева, Е. М. Фомина

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет

ВЛИЯНИЕ УПРОЧНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ДИСЛОКАЦИОННУЮ СТРУКТУРУ ИНСТРУМЕНТА

В статье рассмотрена трансформация дислокационной структуры поверхностных слоев режущего инструмента, возникающих в процессе механической обработки. Проведен сравнительный анализ по выше указанным параметрам при резании инструмента без упрочнения и с различными методами предварительного упрочнения контактных поверхностей режущего инструмента.

Ключевые слова: дислокационная структура, плотность дислокаций, скорость резания, предварительное упрочнение режущего инструмента.

E. V. Egorycheva, E. M. Fomina

THE EFFECT OF HARDENING TECHNOLOGY ON THE DISLOCATION STRUCTURE OF THE TOOL

The transformation of the dislocatory structure of the surface layers of the cutting tool, which appear in the process of mechanical processing, is examined. Comparative analysis of above indicated parameters with the cutting of tool without the strengthening and with different methods of preliminary strain hardening of the contact surfaces of cutting tool is carried out.

Keywords: dislocatory structure, dislocation density, cutting speed, preliminary strengthening of cutting tool.

Данная работа посвящена исследованию трансформаций дислокационной структуры поверхностных слоев режущего инструмента из быстрорежущей стали, возникающих в процессе резания и определению влияния этих изменений стойкость инструмента. Проводились рентгеноструктурные исследования контактных слоев режущего инструмента на различных стадиях изнашивания.

На рис. 1 приведены результаты исследований величины плотности дислокаций на контактной поверхности режущего инструмента на различных стадиях изнашивания. Для сравнения приведены графики зависимости « ρ - h_3 » для инструмента с различными методами предварительного упрочнения.

Анализ графика показывает, что зависимость плотности дислокаций от времени резания на всем исследуемом диапазоне скоростей носит немонотонный характер. Участок «приработки» обусловлен переходными процессами, когда контактная поверхность режущего инструмента приспособляется к заданному режиму обработки. Так, при скорости резания 20 м/мин, на участке «приработки» наблюдается некоторое уменьшение плотности дислокаций.

Это наблюдается и при скоростях резания 40 м/мин и 60 м/мин. Данное изменение связано с отсутствием возбужденных атом-вакансионных состояний, для образования которых необходимо «закачивание» избыточной энергии. Таким образом отсутствует источник дислокаций. Участок «нормального» изнашивания характеризуется монотонным повышением плотности дислокаций контактной поверхности режущего инструмента.

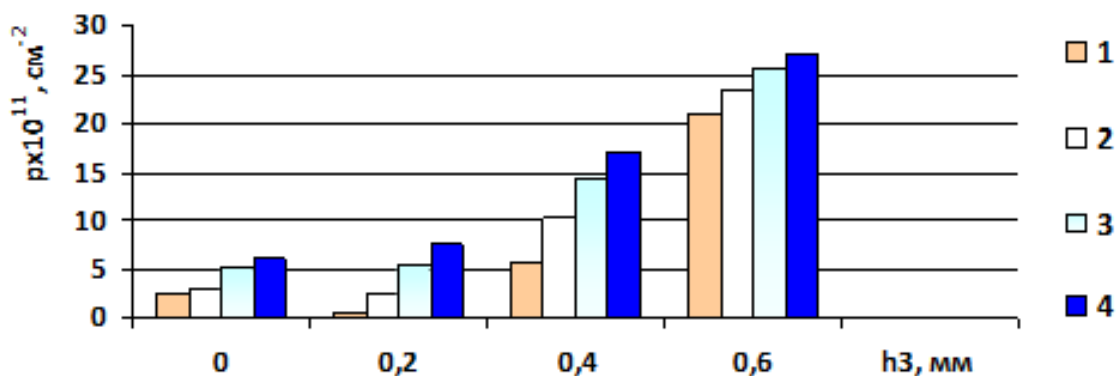


Рис. 1. Зависимость плотности дислокаций ρ от фаски износа h_3 по задней поверхности инструмента: 1 - P6M5; 2 - P6M5+обработка в коронном разряде; 3 - P6M5+магнитно-импульсная обработка; 4 - P6M5+имплантация ионами титана

Это повышение, связано с образованием в контактных слоях режущего инструмента атом-вакансионных состояний. Интенсивное образование и разрушение окислов Fe₂O₃ и Fe₃O₄, которые обладают значительным энергетическим потенциалом, является одним из условий для накопления избыточной энергии, необходимой для образования этих областей. Электронно-микроскопические исследования показали, что в процессе резания в контактных слоях режущего инструмента происходит образование микропор и вакансионных дисков, что свидетельствует о возникновении в этих областях атом-вакансионных состояний. Также обнаружено явление фрагментации рабочих поверхностей режущего инструмента, которое приводит к их упрочнению. Однако, при достижении критической плотности дислокаций происходит разупрочнение контактных площадок режущего инструмента по границам фрагментов, которое сопровождается образованием микротрещин, что облегчает вырыв частиц износа с контактных площадок инструмента.

На рис. 2 представлена зависимость плотности дислокаций от скорости резания. Увеличение скорости резания от 20 м/мин до 60 м/мин приводит к уменьшению плотности дислокаций. Это обусловлено началом процессов возврата и динамической кристаллизации. На рис. 3 показаны данные о характере изменения плотности дислокаций на разных глубинах поверхностного слоя инструментального материала после точения стали 45.

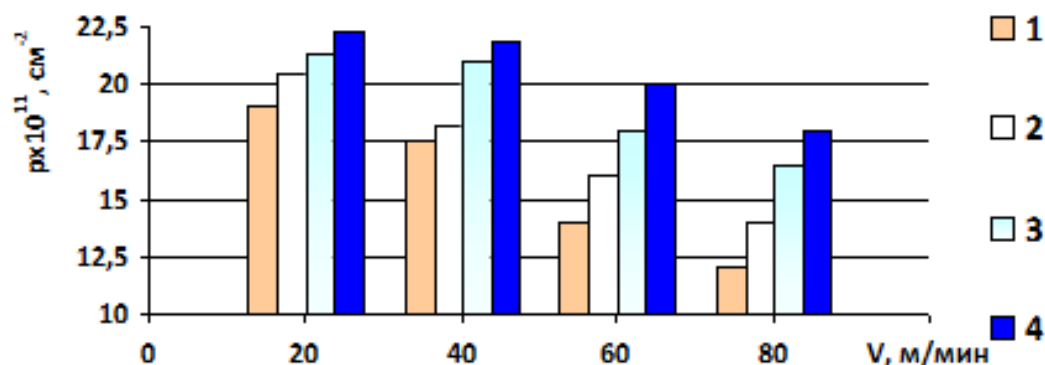


Рис. 2. Влияние скорости резания V на плотность дислокаций ρ кристаллической структуры инструмента: 1 - P6M5; 2 - P6M5+обработка в коронном разряде; 3 - P6M5+магнитно-импульсная обработка; 4 - P6M5+имплантация ионами титана

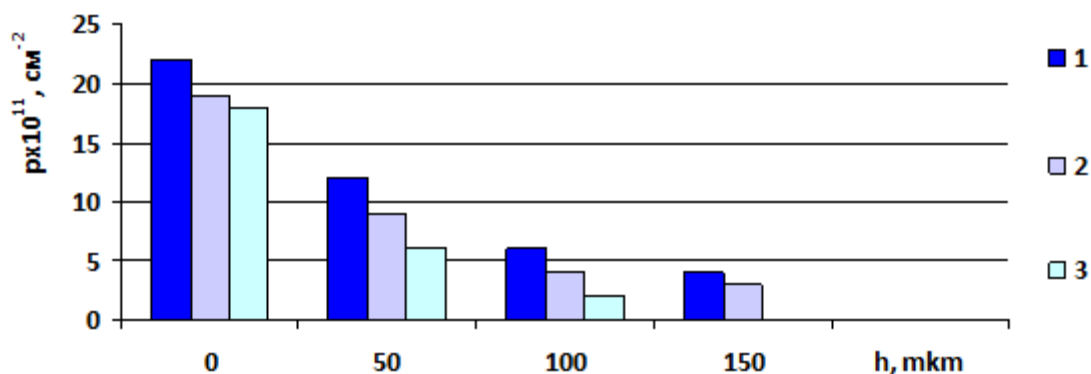


Рис. 3. Распределение плотности дислокаций ρ по глубине поверхностного слоя режущего инструмента h : 1 - при $V=20$ м/мин; 2 - при $V=40$ м/мин; 3 - при $V=60$ м/мин

Анализ полученных данных показывает, что характер изменения плотности дислокаций при любой из применяемых скоростей оказался одинаков: монотонно уменьшающимся от максимального значения на поверхности режущего инструмента до значения, соответствующего недеформированному состоянию на некоторой глубине. Однако, с увеличением скорости резания плотность дислокаций на контактной поверхности инструмента и толщина упрочненного слоя уменьшается. Установлено, что при увеличении скорости резания от 60 м/мин и выше микропоры, вакансионные диски, линии скольжения, фрагментирование структуры обнаруживаются не только на контактной поверхности режущего инструмента, как при меньших скоростях (20-40 м/мин), но и в более глубоких поверхностных слоях. Это свидетельствует не только о поверхностных, но и об объемных изменениях субструктуры матрицы инстру-

мента, а также о протекании в этих объемах процессов возникновения фрагментации, объемной деформации и разрушения.

Формирование стабильной фрагментированной дислокационной структуры по всей контактной поверхности режущего инструмента является необходимым условием для повышения его износостойкости. Эту задачу можно решить с помощью упрочняющих технологий. В качестве методов упрочнения применялись имплантация поверхностей ионами титана, магнитно-импульсная обработка и упрочнение в поле коронного разряда. На рис. 1, 2 представлены зависимости « ρ - h_3 » и « ρ - v » при различных методах предварительного упрочнения режущего инструмента. Анализ полученных данных показывает, что применяемые методы упрочнения не влияют на характер зависимостей плотности дислокаций от скорости и стадии изнашивания режущего инструмента. На контактных поверхностях обнаружены микропоры и вакансионные диски, выявлена фрагментация поверхностных слоев упрочненного инструмента, также как и при резании эталонным инструментом.

Эти методы позволяют накопить избыточную энергию, аккумулирующуюся в виде атом-вакансионных состояний. Границы фрагментов оказывают сопротивление движению дислокаций, в результате чего повышается устойчивость поверхностных слоев режущего инструмента к деформированию и разрушению в процессе резания. Таким образом, применяемые методы предварительной обработки формируют стабильную фрагментированную структуру в поверхностных слоях режущего инструмента в процессе упрочнения, что повышает сопротивляемость этих слоев процессам деформирования и разрушения при резании и повышает его износостойкость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кабалдин Ю. Г. Структурно-энергетический подход к процессам трения, изнашивания и смазки при резании // Трение и износ. –2003. Т.10, N5.- С. 800-807.
2. Егорычева Е.В., Гудухина А.А. Повышение стойкости режущего инструмента методом комбинированного упрочнения // Technical sciences: modern issues and development prospects, Международная конференция, 2013 г., Sheffield, S Yorkshire, UK. Scope Academic House. 2014. С.26 – 29.
3. Егорычева Е.В. Трансформация субструктуры инструмента из быстрорежущей стали в процессе резания // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии: Материалы международной научно-технической конференции (XVIII Бенардосовские чтения). 2015. С. 323-326.
4. Егорычева Е.В., Никоноров А.В. Влияние деформации на карбидную фазу инструмента из быстрорежущей стали // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии: Материалы международной научно-технической конференции (XVIII Бенардосовские чтения). 2015. С. 348-351.

УДК 621.7.06

Е. В. Егорычева

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет

УПРОЧНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

В статье рассмотрен метод предварительного комбинированного упрочнения рабочих поверхностей режущего инструмента из быстрорежущей стали. Приведены результаты сравнительных стойкостных испытаний инструмента из быстрорежущей стали с упрочнением.

Ключевые слова: режущий инструмент, стойкость инструмента, режимы резания, окисление, предварительное упрочнение режущего инструмента.

E. V. Egorychева

HARDENING OF HIGH SPEED STEEL TOOLS

The method of preliminary combined hardening of cutting tool working surfaces from high-speed steel is considered in the article. Results of comparative resistant tests of the tool from high-speed steel with hardening are resulted.

Keywords: cutting tool, tool life, cutting modes, oxidation, preliminary strengthening of cutting tool.

Известно, что формирование на рабочих поверхностях инструмента в процессе предварительного упрочнения энергоемких дисперсных структур позволяет повысить износостойкость инструмента. В данной работе рассматривается способ предварительного упрочнения, состоящий из термического окисления инструмента с последующей обработкой в магнитном поле. Данное упрочнение рабочих поверхностей инструмента позволяет повысить его работоспособность. Упрочнение режущего инструмента выполняется следующим образом: режущую часть инструмента нагревают на воздухе до температуры 300-350° С и выдерживают при этой температуре до полного прогревания всей массы режущей части.

При этом температуру нагрева определяют визуально по цветам побежалости до появления серо-голубого цвета окалины. Данный процесс термоокисления реализуют на установке ТВЧ с последующим охлаждением. Затем проводят обработку инструмента в импульсном магнитном поле. В результате упрочнения на рабочих поверхностях инструмента образуется плотная сплошная окисная пленка, прочно сцепленная с основой. Такая пленка несет в себе функцию защитного окисления (в отличие от пористого слоя окисла, характеризующего разрушающее окисление). На рисунке показаны электронные фотографии угольных реплик, снятых с образцов режущих инструментов после упрочнения (образец протравлен реактивом для выявления окислов железа), на поверхности происходит образование сплошной плотной пленки окислов инструмента, которая препятствует интенсивному взаимодействию с обрабатываемым материалом в процессе резания.

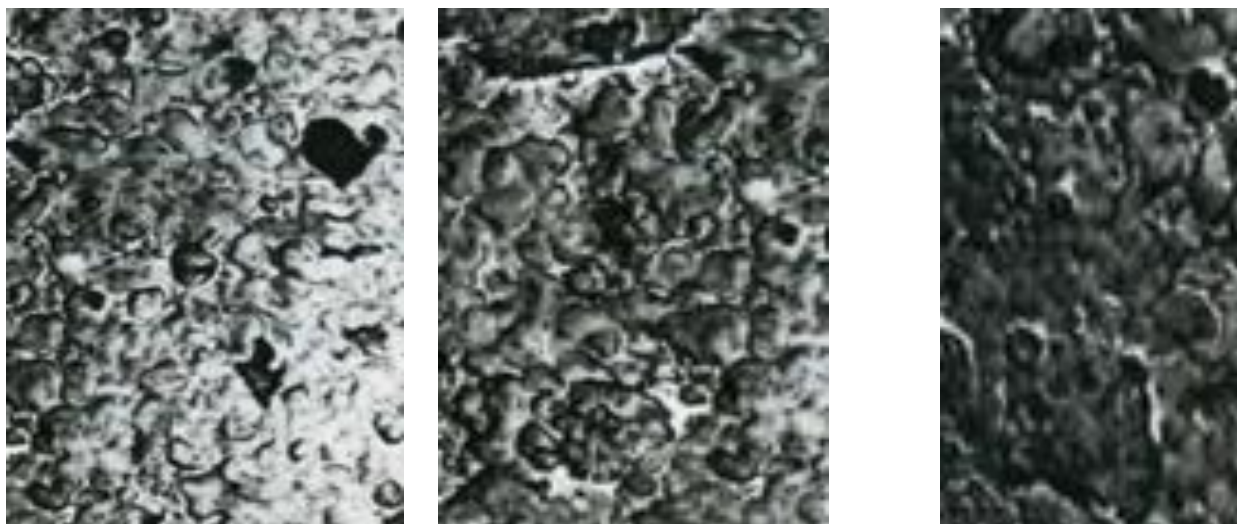


Рисунок. Угольные реплики с поверхности инструмента из быстрорежущей стали: окисные пленки после упрочнения ТВЧ и МИО

Результаты проведенных стойкостных испытаний инструмента из быстрорежущей стали с упрочнением на установке ТВЧ и магнитно-импульсной обработкой показаны в таблице.

Таблица. Результаты сравнительных стойкостных испытаний мерного инструмента из быстрорежущей стали после термоокисления и магнитно-импульсной обработки

Название инструмента	Инструм. материал	Обработ. материал	Способ упрочнения	Коэффициент стойкости
Метчик М10х1,5	Р6М5	Сталь40Х	без упроч.	1
Метчик М10х1,5	Р6М5	Сталь40Х	ТВЧ+МИО	1,5
Сверло Ø10,2	Р6М5	Сталь40Х	без упроч.	1
Сверло Ø10,2	Р6М5	Сталь40Х	ТВЧ+МИО	2
Плашка М6х1	Р6М5	Ст4Х5МОС	без упроч.	1
Плашка М6х1	Р6М5	Ст4Х5МОС	ТВЧ+МИО	1,5

Таким образом, в процессе испытаний инструмента из быстрорежущей стали с предварительным упрочнением на установках ТВЧ и МИО установлено, что износостойкость предварительно упрочненного инструмента возрастает по сравнению с неупрочненным от 1,5 до 2 раз. Образованные в процессе предварительного упрочнения окисные пленки позволяют герметизировать контактную зону инструмента из быстрорежущей стали, сократить период приработки при резании стали и повысить износостойкость инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кабалдин Ю. Г. Структурно-энергетический подход к процессам трения, изнашивания и смазки при резании // Трение и износ. –2003. Т.10, N5.- С. 800-807.
2. Егорычева Е.В., Гудухина А.А. Повышение стойкости режущего инструмента методом комбинированного упрочнения // Technical sciences: modern issues and development

prospects, Международная конференция, 2013 г., Sheffield, S Yorkshire, UK. Scope Academic House. 2014. С.26 – 29.

3. *Егорычева Е.В.* Трансформация субструктуры инструмента из быстрорежущей стали в процессе резания // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии: Материалы международной научно-технической конференции (XVIII Бенардосовские чтения). 2015. С. 323-326.

УДК 621.7.06

Е. В. Егорычева, М. Ю. Волкова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет

АНАЛИЗ ФАЗОВОГО СОСТАВА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ИЗНАШИВАНИЯ

Статья посвящена изучению фазового состава режущего клина инструмента из быстрорежущей стали на разных этапах изнашивания. Рассмотрены фазовые превращения в инструменте, влияющие на интенсивность его изнашивания в процессе резания.

Ключевые слова: режущий инструмент, фазовый состав, процесс изнашивания, режимы резания, окисление.

E. V. Egorycheva , M. Yu. Volkova

ANALYSIS OF THE PHASE COMPOSITION OF THE CUTTING TOOL AT THE DIFFERENT STAGES OF WEAR

The article is devoted to the study of the phase composition of a cutting wedge of a tool made of high-speed steel at various stages of wear. Phase transformations in the tool affecting the intensity of its wear during cutting are considered.

Keywords: cutting tool, phase composition, wear process, cutting regimes, oxidation.

В данной работе проводились исследования по изучению изменений фазового состава режущего клина инструмента из стали Р6М5 в процессе изнашивания. Качественный анализ дифрактограмм, снятых с задней поверхности инструмента Р6М5 до работы, показывает, что основными фазовыми составляющими поверхностного слоя являются мартенсит и карбидная фаза.

Отличительной особенностью рентгенограмм, снятых с контактной поверхности инструмента на разных этапах изнашивания, является присутствие в них окислов железа и аустенита, которые на рентгенограммах, снятых с поверхности до резания, не наблюдаются. На рисунке демонстрируются штрихдиаграммы новых фаз, образующих на контактной поверхности режущего инструмента Р6М5 в процессе обработки стали 45. В процессе изнашивания режущего инструмента наблюдается появление новообразований и повышение интенсивности интерференционных линий окисной и аустенитной фаз, что свидетельствует о повышении количества данной фазы. Рентгенографический фазовый анализ позволил установить увеличение количе-

ства аустенитной фазы в процессе резания на больших фасках износа по задней поверхности инструмента ($h_3 = 0,6$ мм) во всем исследуемом диапазоне скоростей. Особенно интенсивное повышение содержания данной фазы наблюдается при обработке со скоростью $V=60$ м/мин, что связано с более высокой температурой, возникающей в контактной зоне инструмента. Это вызывает ухудшение прочностных характеристик инструментального материала и приводит к увеличению интенсивности изнашивания.

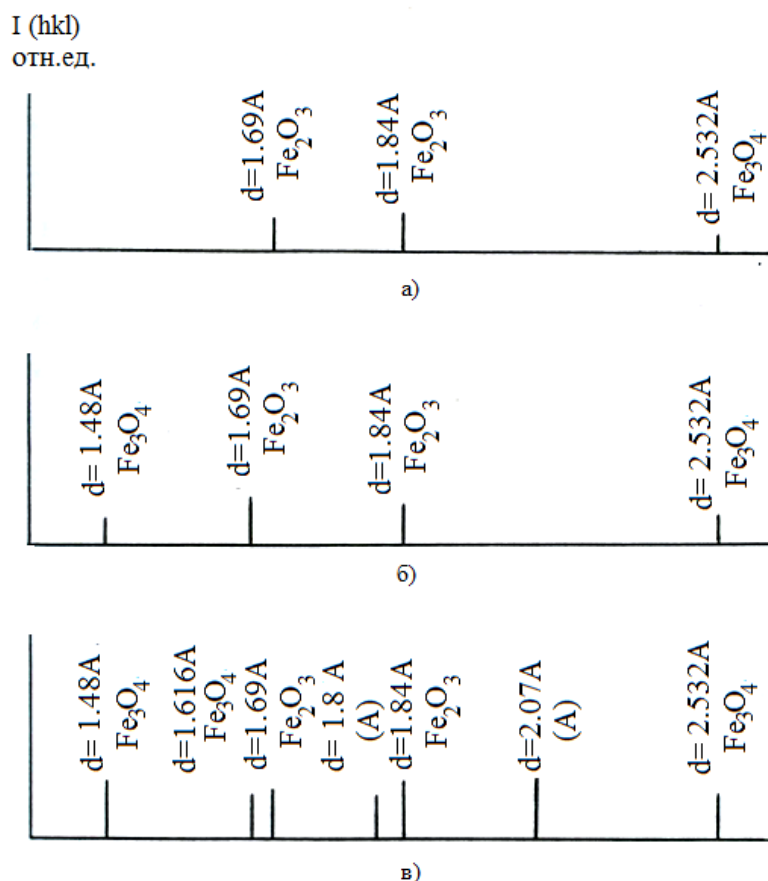


Рисунок. Штрихдиаграмма окисной и аустенитной фаз поверхностного слоя инструмента P6M5 при обработке стали 45 ($V=60$ м/мин; $S=0,3$ мм/об):
 а) $h_3=0,1$ мм; б) $h_3=0,3$ мм; в) $h_3=0,5$ мм

Качественный фазовый анализ дифрактограмм, снятых на различной глубине режущего клина инструмента после обработки стали 45 показывает присутствие окислов железа Fe_2O_3 , Fe_3O_4 и наличие аустенитной фазы в подповерхностных слоях на глубине 5... 10 мкм. При увеличении толщины исследуемого слоя до 50 мкм наличие окисной и аустенитной фаз на рентгенограммах не обнаружено.

Известно, что кислород диффундирует в процессе обработки вглубь инструмента до 100... 150 мкм. Очевидно, диффузия атомов кислорода либо в узлы, либо в межузлия кристаллической решетки режущего инструмента вызывает перестраивание в решетку окисла при повышении предела растворимости кислорода. Отсутствие окисных фаз на рентгенограммах, снятых с глубины контактной поверхности 50 мкм и более свидетельствует о том, что диффузия кислорода затрудняется с увеличением толщины исследуемого слоя и предел растворимости кислорода не достигается.

В таблице представлены данные о фазовых превращениях в структуре инструмента на различной глубине исследуемого слоя, происходящих в процессе резания в широком диапазоне скоростей $V=20... 60$ м/мин на разных этапах изнашивания.

Таблица. Фазовые превращения в подповерхностных слоях режущего клина инструмента после резания стали 45

Исследуемая фаза	d, 0 А	V, м/мин		20								
		h ₃ , мм		0,2			0,4			0,6		
		б, мкм		0	5	50	0	5	50	0	5	50
Аустенит А	2,07		-	-	-	-	-	-	+	+	-	
	1,8		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1,08		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Оксид железа F ₂ O ₃	2,69		+	-	-	-	-	-	+	-	-	
	1,84		+	-	-	-	-	-	+	+	-	
	1,69		+	-	-	+	-	-	+	-	-	
Оксид железа F ₃ O ₄	2,532		+	-	-	+	-	-	+	-	-	
	1,616		-	-	-	+	-	-	+	-	-	
	1,483		-	-	-	+	-	-	+	-	-	
Фаза		V, м/мин	40									
Аустенит А	2,07		-	-	-	-	-	-	+	+	-	
	1,8		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1,081		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Оксид железа F ₂ O ₃	2,532		+	-	-	+	-	-	+	+	-	
	1,616		-	-	-	+	-	-	+	-	-	
	1,483		+	-	-	-	-	-	+	+	-	
Оксид железа F ₃ O ₄	2,532		-	-	-	+	-	-	+	+	-	
	1,616		-	-	-	+	-	-	+	-	-	
	1,483		+	-	-	+	-	-	+	+	-	
Фаза		V, м/мин	60									
Аустенит А	2,07		-	-	-	-	-	-	+	+	-	
	1,8		-	-	-	-	-	-	+	+	-	
	1,081		-	-	-	-	-	-	+	-	-	
Оксид железа F ₂ O ₃	2,69		+	+	-	+	-	-	+	+	-	
	1,843		+	-	-	+	-	-	+	+	-	
	1,69		+	-	-	-	-	-	-	-	-	
Оксид железа F ₃ O ₄	2,532		+	-	-	+	-	-	+	+	-	
	1,616		-	-	-	+	-	-	+	+	-	
	1,483		-	-	-	+	-	-	+	+	-	

Анализ данных свидетельствует о наличии окисной и аустенитной фаз в подповерхностных слоях инструмента на этапе катастрофического изнашивания при резании в диапазоне скоростей $V=20...60$ м/мин. Неравномерное окисление фазовых составляющих инструмента и образование неоднородных областей, которые являются концентраторами напряжений, в процессе резания активизируют адгезионное изнашивание рабочих поверхностей режущего инструмента и приводит к снижению износостойкости инструмента. Усталостное нагружение и коррозия провоцирует разрушение в катастрофически короткое время. Фазовые превращения в режущем клине инструмента распространяются только на тонкие подповерхностные слои 5...10 мкм.

Совокупность выше представленных экспериментальных данных позволяет сделать заключение о прохождении фазовых превращений в инструменте из быстрорежущей стали, ведущих к изменению интенсивности его изнашивания в процессе резания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Верещака А.С.* Режущие инструменты с износостойкими покрытиями / А.С. Верещака. - М.: Машиностроение, 2003.-192с.: ил.
2. *Егорычева Е.В., Гудухина А.А.* Повышение стойкости режущего инструмента методом комбинированного упрочнения // Technical sciences: modern issues and development prospects, Международная конференция, 2013 г., Sheffield, S Yorkshire, UK. Scope Academic House. 2014. С.26 – 29.
3. *Егорычева Е.В.* Трансформация субструктуры инструмента из быстрорежущей стали в процессе резания // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии: Материалы международной научно-технической конференции (XVIII Бенардосовские чтения). 2015. С. 323-326.
4. *Егорычева Е.В., Никонов А.В.* Влияние деформации на карбидную фазу инструмента из быстрорежущей стали // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии: Материалы международной научно-технической конференции (XVIII Бенардосовские чтения). 2015. С. 348-351.

УДК 621.83

Б. Р. Киселев, А. А. Мельников

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРИБОСИСТЕМЫ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Физическая модель трибосистемы состоит из двух стальных дисков (подвижного и неподвижного), которые имеют основные кинематические параметры подобные рассматриваемому механизму. Исследование физической модели позволяет прогнозировать триботехническую эффективность смазочных материалов в зубчатой передаче.

Ключевые слова: зубчатая передача, колесо, контакт, скорость, скольжение, модель, кинематика, материал.

B. R. Kiselev, A. A. Melnikov

PHYSICAL MODELING OF TRIBOSYSTEM GEAR

The physical model of the tribosystem consists of two steel disks (movable and stationary), which have the basic kinematic parameters similar to the mechanism under consideration. The study of the physical model makes it possible to predict the tribological efficiency of lubricants in gear transmission.

Keywords: gear drive, wheel, contact, speed, slide, model, kinematics, material.

При разработке новых эффективных смазочных материалов для зубчатой передачи необходимо иметь как можно в большей степени адекватную модель для проведения испытаний, по результатам которых прогнозировать развитие повышения эффективности работы исследуемой трибосистемы.

Особенностью модели при моделировании зубчатой передачи является ее одинаковая физическая и механическая природа. Обычно методика триботехнического исследования имеет три основных этапа: 1) лабораторные испытания физической модели; 2) стендовые испытания натурального механизма; 3) производственные испытания. С этой целью для двух первых этапов целесообразнее проводить исследования одного и того же объекта, то есть зубчатой передачи с конкретно заданными конструктивными и кинематическими параметрами. В этом случае принимаем типовой одноступенчатый цилиндрический зубчатый редуктор ЦУ-200 с межосевым расстоянием $a = 200$ мм, передаточным отношением $u = 3,15$ и максимально передаваемым моментом $M_2 = 2000$ Нм. Техническая характеристика зубчатой пары редуктора: число зубьев шестерни $Z_1 = 24$, колеса $Z_2 = 76$, модуль $m = 4$ мм, ширина зубчатого венца $b = 40$ мм.

Так как основная исследуемая задача заключается в повышении износостойкости зубчатой передачи, поэтому определим скорость скольжения в контакте двух сопряженных профилей с заданными техническими характеристиками по формуле [1]

$$V_{СК} = L_K(\omega_1 + \omega_2), \quad (1)$$

где L_K – расстояние от точки контакта до полюса зацепления; ω_1, ω_2 – угловые скорости, соответственно шестерни и колеса.

Известно, что максимальный износ эвольвентных профилей происходит у ножки зуба, так как в этой зоне имеет место максимальный коэффициент скорости скольжения [2]. В этой зоне максимальное расстояние от точки контакта до полюса равно расстоянию от полюса до точки выхода зуба из зацепления $L_K^{\max} = PN_1$ (рис)

$$L_K^{\max} = PN_1 = r_{01} \sin \alpha, \quad (2)$$

где $r_{01} = mZ_1/2$ – радиус делительной окружности шестерни; $\alpha = 20^\circ$ – угол зацепления.

Вторым основным параметром является контактное напряжение, которое определяется в рассматриваемой зубчатой передаче по формуле [3]

$$\sigma_H = \frac{6160Z_H Z_\varepsilon}{a} \sqrt{\frac{M_2(u+1)^3 K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{HV}}{bu^2}}, \quad (3)$$

где $Z_H = 1,75$ – коэффициент формы сопряженных поверхностей прямых зубьев; Z_ε – коэффициент суммарной длины контактных линий; M_2 – передаваемый момент, Нм; $K_{H\alpha} = 1, K_{H\beta} = 1,01, K_{HV} = 1,05$ – коэффициенты нагрузки, соответственно между зубьями, по ширине венца и динамический коэффициент; $b = \Psi_{ba} a$ – ширина зубчатого венца, мм; Ψ_{ba} – коэффициент зубчатого венца.

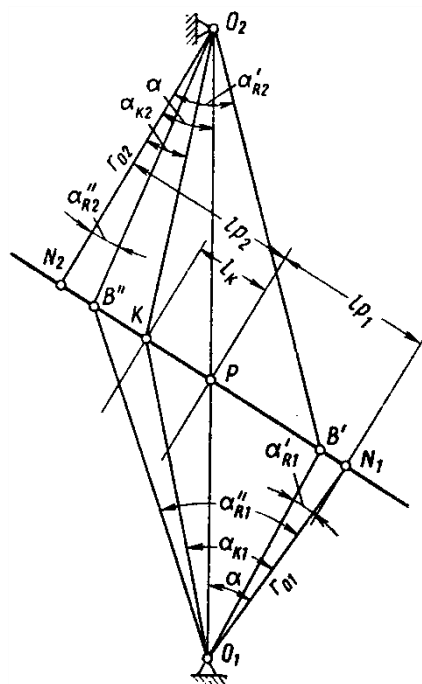


Рисунок. Кинематическая схема зацепления зубьев колес

Передаваемый момент M_2 определяется по формуле

$$M_2 = \frac{30N_{ЭЛ}}{\pi n_{ЭЛ}} u \eta, \quad (4)$$

где $N_{ЭЛ}$ – мощность электродвигателя, Вт; $n_{ЭЛ}$ – скорость вращения электродвигателя, об/мин; η – КПД редуктора.

Коэффициент суммарной длины контактных прямых зубьев $Z\varepsilon$ зависит от коэффициента торцового перекрытия ε_α

$$\varepsilon_\alpha = 1,88 - 3,2(1/Z_1 + 1/Z_2). \quad (5)$$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{(4 - \varepsilon_\alpha)/3}. \quad (6)$$

По формулам произведен расчет основных параметров (табл.), по которым создана физическая модель исследуемой зубчатой передачи.

Таблица. Основные расчетные параметры для создания модели

№	Параметр	Обозначение	Величина
1	Скорость скольжения	$V_{СК}$	1,08 м/с
2	Передаваемый момент	M_2	118 Нм
3	Мощность электродвигателя	$N_{ЭЛ}$	3 кВт
4	Скорость вращения электродвигателя	$n_{ЭЛ}$	750 об/мин
5	КПД редуктора	η	0,98
6	Коэффициент ширины зуба	$\Psi_{ba}; \Psi_{bd}$	0,2; 0,518
7	Коэффициент торцового перекрытия	ε_α	1,7
8	Коэффициент суммарной длины контактных линий	$Z\varepsilon$	0,875
9	Ширина зуба	b	40 мм
10	Контактное напряжение	σ_H	224 МПа

Сохранилась тенденция использования машины трения СМТ-1 в качестве инструмента для исследования физических моделей, в частности аналога работы зубчатого зацепления. Цилиндрические образцы устанавливают в машину трения так, чтобы они контактировали по образующим, к образцам прикладывают радиальную нагрузку P и приводят их во вращение. Метод физического моделирования представляет собой аналогию, которая базируется на общности физико-механических процессов, происходящих в зоне контакта зубьев и экспериментальных образцов.

Модель представляет собой два диска: ведущий подвижный - диаметр $\varnothing 40$ мм, сталь 45 (HRC₁ 60); ведомый неподвижный - диаметр $\varnothing 60$ мм, сталь 40X (HRC₂ 50). Ширина дисков с учетом масштабного фактора ($\mu = 4$) равна $b = 10$ мм. Скорость

скольжения дисков устанавливается равной скорости скольжения $V_{СК}$ в натурной зубчатой передаче редуктора ЦУ-200. При испытаниях эффективности смазочных материалов рабочее контактное напряжение которое определяется от величины пятна контакта и создается при разной нагрузке P прикладываемой в шаговом режиме от 0,1 до 1 кН на машине СМТ-1. Испытания разных смазочных материалов на антифрикционность и износостойкость в стальной модели проводятся при условиях подобных режиму эксплуатации принятой зубчатой передачи, создающей контактное напряжение $\sigma_H \geq 224$ Мпа.

Предлагаемая модель используется для проведения сравнительных испытаний и оценки роли отдельных факторов передачи на контактные напряжения, скорости скольжения и качения, шероховатости контактирующих поверхностей, материала зубчатых колёс, температуры в зоне контакта, физико-химических характеристик смазочного материала, вида и качества присадок к основному маслу и др. Результаты лабораторных исследований позволяют оптимизировать и прогнозировать эффективность смазочных материалов целенаправленного применения. Однако, при этом полная аналогия зубчатого зацепления недостижима из-за постоянства кривизны испытываемых поверхностей дисков (в отличие от переменной кривизны поверхностей зубьев передач). В связи с этим, как выше было указано, для уточнения триботехнических показателей конкретной зубчатой передачи необходимы стендовые испытания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Машков А.А.* Теория механизмов и машин. Минск: Вышэйшая школа. 1971, С. 231-236.
2. *Гавриленко В.А.* Основы теории эвольвентной зубчатой передачи. М.: Машиностроение, 1969. С.234-245.
3. *Киселев Б.Р.* Проектирование приводов машин химического производства: учеб.пособие. Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2007. С.87-100.

УДК 621.9.06

В. Н. Копосов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет

ВЫБОР СТРУКТУРНО-КОМПОНОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГПС НА РАННЕЙ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В работе изложены основные принципы выбора структурно-компоновочных решений автоматизированных систем инструментального обеспечения гибких производственных систем для обработки корпусных деталей на ранней стадии проектирования.

Ключевые слова: гибкие производственные системы, корпусные детали, автоматизированные системы инструментального обеспечения, структура, компоновка, проектирование.

V. N. Kuposov

SELECTION OF STRUCTURAL LAYOUT OF AUTOMATED SYSTEMS INSTRUMENTAL TO ENSURE GPS AT AN EARLY DESIGN STAGE

This paper contains the main principles of selecting structural layout design automated systems instrumental to ensure flexible production systems for the processing of body parts at an early stage of design.

Keywords: flexible manufacturing systems, case details, automated systems instrumental to ensure, structure, layout, design.

Для успешного экономического развития нашей страны необходимо многократное увеличение производительности труда. В машиностроении это возможно лишь при активном внедрении гибких производственных систем (ГПС), позволяющих реализовать принцип «безлюдной» технологии изготовления изделий.

Наибольшее развитие в настоящее время получили ГПС для механической обработки корпусных деталей. В данной работе рассматриваются именно такие системы. Они составляют более 60 % от общего числа функционирующих в мире ГПС для механической обработки деталей.

Важнейшей подсистемой ГПС является автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО). Она оказывает существенное влияние на технологические возможности и эффективность функционирования ГПС.

Отсутствие на станке ГПС в нужный момент времени необходимого инструмента делает невозможной полную обработку детали. Это приводит к усложнению маршрута обработки детали и управления системой. К таким же последствиям приводит поломка инструментов и (или) отсутствие инструментов-дублеров в инструментальном магазине станка.

АСИО оказывает непосредственное влияние на формирование технологических возможностей станков ГПС. Так, вместимость инструментального магазина станка и состав размещаемых в нем инструментов влияет на число установок, необходимых для полной обработки заготовки, на технологический маршрут ее обработки. Наличие у станков ГПС устройств автоматической смены инструментов позволяет оперативно изменять их технологические возможности, обеспечивая высокий уровень гибкости операционной технологии.

Производительность, надежность и другие показатели эффективности ГПС и ее подсистем, в том числе и АСИО, в значительной мере зависят от решений, принятых на стадии проектирования. Эти затраты обусловлены не только значительной капиталоемкостью оборудования, но и существенными расходами на выполнение проектных работ. Важным моментом является выбор структурно-компоновочных решений АСИО на ранних стадиях проектирования ГПС. При этом закладывается фундамент эффективного функционирования АСИО и ГПС в целом. Процесс выбора структурно-компоновочных решений АСИО ГПС включает в себя ряд этапов.

Этап 1. Постановка задачи проектирования (формирование исходных данных, назначение требований к АСИО). Сбор, обобщение и анализ информации по известным АСИО.

Этап 2. Выбор комплектов технических средств (ТС).

Этап 3. Формирование зоны перспективных решений комплектов ТС. Эта задача решается путем исключения из полученного на этапе 2 многообразия наборов технических средств, содержащих дефицитные элементы, практически нереализуемых, неконкурентоспособных, заведомо неоптимальных комплектов (наборов) ТС.

Этап 4. Синтез структур.

Этап 5. Обеспечение совместимости сопрягаемых ТС. Взаимодействие попарно сопрягаемых элементов возможно лишь при их конструктивной, энергетической, информационно-формационной и т.д. совместимости.

Этап 6. Формирование зоны перспективных структурных решений. Зона перспективных структур формируется путем исключения решений с несовместимыми ТС, неконкурентоспособных и заведомо неоптимальных структур АСИО.

Этап 7. Формирование альтернативного перечня возможных вариантов компоновок. На этом этапе разрабатываются пути пространственной увязки технических средств АСИО между собой, а также с другими элементами ГПС.

Этап 8. Формирование зоны перспективных компоновочных решений. Здесь решается задача выбора рациональных компоновочных решений АСИО.

Этап 9. Расчет характеристик ТС. Определяются основные характеристики технических средств АСИО (вместимость накопителей инструментов, скорости перемещения, ускорения разгона и торможения технических средств транспортирования инструментов, а также их количество).

Этап 10. Выбор практически оптимального решения. При наличии в перспективной зоне более одного решения осуществляется выбор оптимального решения в соответствии с принятыми показателями эффективности АСИО.

Этап 11. Пересмотр и изменение требований к АСИО. Процедуры этого этапа выполняются при отсутствии решений в перспективной зоне или назначении заведомо заниженных требований к АСИО.

Процесс выбора структурно-компоновочных решений АСИО не обязательно является линейным. Получение в результате последовательного выполнения его процедур искомого решения является частным случаем. В общем случае процесс выбора структурно-компоновочных решений АСИО имеет циклический характер. Например, для того чтобы определить дефицитность того или иного технического средства транспортирования инструментов (ТСТИ) на этапе 3, необходимо знать его характеристики, модель. Технические характеристики ТСТИ рассчитываются на этапе 9. Для его выполнения должны быть известны структура и компоновка АСИО, т.е. должны быть выполнены этапы 4–8, при первом выполнении которых рассматривается не конкретная модель ТСТИ, а его вид (портальный робот, рельсовый робот, манипулятор и т.д.).

Генерация многообразия проектных решений АСИО осуществляется следующим образом. На основании перечня частных функций, возлагаемых на проектируемую систему, формируются все реализуемые наборы технических средств, выполняющие эти функции (этап 2). Для полученных наборов технических средств производится синтез возможных структур АСИО (этап 4). И, наконец, для каждой из структур с учетом состава технических средств строятся альтернативные варианты компоновочных решений автоматизированной системы инструментального обеспечения (этап 7).

Оценка эффективности сложных систем, к разряду которых относится АСИО, на основе отдельных частных показателей страдает односторонностью, т.к. не позволяет учесть действия целого ряда факторов на практическую оптимальность системы.

Использовать для оценки проектных решений сложной системы обобщенный (приведенный, интегральный) показатель эффективности также нецелесообразно. Он характеризует систему в целом, не позволяет рассматривать ее свойства в отдельности. За каждым же частным показателем стоит конкретное решение. Поэтому обобщенный показатель не позволяет создать основу для поиска эффективных проектных решений системы.

На ранней стадии проектирования АСИО необходимо использовать систему частных показателей эффективности, учитывающих степень влияния принимаемого технического решения на величину простоев станков ГПС, единовременные и текущие материальные затраты, занимаемую производственную площадь, уровень автоматизации, надежность системы и т.д. К их числу относятся следующие показатели: коэффициент готовности АСИО; величина потерь времени, связанных с работой режущих инструментов; коэффициенты интеграции и автоматизации выполнения функций элементами АСИО и др. В каждом конкретном случае проектирования АСИО ГПС количество и вид используемых показателей эффективности могут быть различными. Одни показатели назначаются критериями оптимизации системы, на числовые уровни других показателей налагаются ограничения.

В процессе проектирования АСИО производится формирование зоны перспективных структурно-компоновочных решений (этапы 3, 6, 8). Если перспективная зона не имеет решений, то пересматривают требования к АСИО и возвращаются на предыдущие этапы. Если в перспективной зоне осталось одно решение, то оно является искомым. Если в перспективной зоне осталось более одного решения, решается многокритериальная задача выбора оптимального решения АСИО. При этом определяются (рассчитываются) величины всех показателей эффективности, выступающих в роли критериев, для каждого сравниваемого варианта АСИО. Находятся решения, эффективные по Парето. При наличии более одного Парето-эффективного решения для выбора оптимального варианта используется метод последовательных уступок и парно-доминантный метод поиска наилучших вариантов.

УДК 620.179.119

П. В. Королёв^{}, С. В. Королева^{**}, А. Ю. Матрохин^{***}*

^{*} ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет

^{**} ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

^{***} ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предметом исследования является воспроизведение адгезионных параметров композита на волокнистой основе методом молекулярно-динамического моделирования. Показано, что полученные в результате молекулярно-динамического моделирования параметры адгезии могут спрогнозировать свойства новых композитов. В натурном эксперименте определе-

но, что теплозащитные свойства в композитах с нитридом титана определяются, главным образом, свойствами матрицы.

Ключевые слова: молекулярно-динамическое моделирование, композит, нанокompозит, свойства, адгезия, теплозащита.

P. V. Korolyov, S. V. Koroleva, A. Yu. Matrokhin

MOLECULAR AND DYNAMIC MODELLING IN THE SOLUTION OF TECHNICAL PROBLEMS FOR COMPOSITE MATERIALS

Object of research is reproduction of adhesive parameters of a composite on a fibrous basis by method of molecular and dynamic modeling. It is shown that the parameters of adhesion received as a result of molecular and dynamic modeling can predict properties of new composites. In a natural experiment it is defined that heat-shielding properties in composites decide on nitride of the titan, mainly, by properties of a matrix.

Keywords: molecular and dynamic modeling, composite, nanocomposite, properties, adhesion, heat-shielding.

Актуальность поиска и развития новых форм изучения взаимодействия компонентов в различных композиционных материалах обусловлено исчерпанием экстенсивных ресурсов развития – базовые и фундаментальные отрасли знаний с рутинными натурными экспериментами экономически и временно затратны, содержат граничное число «ответов» на технические задания. Разработка и создание теплоизолирующих тканей для костюмов пожарных и спасателей, в которых необходимо достичь максимально эффективного защитного действия при минимальном дополнительном весе напыления при гарантии защитного действия на весь срок эксплуатации, – наиболее дорогостоящая часть технологии.

Помимо теплозащитных свойств материала, большое внимание следует уделять его эксплуатационным свойствам. Недостаточное сцепление компонентов приведет к разрушению наиболее нагружаемых участков при эксплуатации, значительному снижению заявленных теплозащитных свойств. Если в защитной экипировке военных (каска, бронежилеты и т.д.) сопротивление внешнему воздействию является ключевым параметром и подвергается всестороннему рассмотрению и испытаниям, то, например, в боевой одежде пожарных, где ключевым параметром являются теплозащитные свойства, такой точности не требуется. При этом игнорирование прочностных характеристик приведёт к низкому качеству теплозащитного материала, сокращению срока его использования и/или полной невозможности его эксплуатации. Одним из свойств, определяющим прочность конечного изделия, является адгезионное взаимодействие покрытия и волокнистой матрицы. Использование натурального эксперимента для решения такой задачи для сложных молекулярных структур сопряжено с большими трудозатратами, поэтому мы предлагаем использовать для этих целей методы молекулярно-динамического моделирования.

Для проведения численного эксперимента был использован комплекс молекулярно-динамического моделирования HyperChem. Построив системы молекул компонентов и оценив их энергетическое взаимодействие можно сделать вывод о количестве энергии, расходуемой на взаимодействие Ванн-дер-Вальса, которое использовано для оценки адгезионного взаимодействия. Для математической оценки взаимодей-

ствия молекул используют потенциал Леннарда-Джонса, который записывается в следующем виде:

$$U(r) = 4\varepsilon\left(\left(\frac{\sigma}{r}\right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r}\right)^6\right), \quad (1)$$

где r — расстояние между центрами частиц, ε — глубина потенциальной ямы, σ — расстояние, на котором энергия взаимодействия становится равной нулю. Параметры σ и ε являются характеристиками атомов соответствующего вещества. При больших значениях r молекулы притягиваются, что соответствует члену $\left(\frac{\sigma}{r}\right)^6$ в формуле. Эту зависимость можно обосновать теоретически, и обусловлена она силами Ван-дер-Ваальса. На малых же расстояниях молекулы отталкиваются из-за обменного взаимодействия (при перекрытии электронных облаков молекулы начинают сильно отталкиваться), чему соответствует член $\left(\frac{\sigma}{r}\right)^{12}$.

Цель синтеза модели нанокпозиционных материалов заключается в необходимости получения общего стандарта алгоритмизации процесса построения компьютерной модели межмолекулярного взаимодействия наполнителя и матрицы и выявления характеристик взаимодействия.

Для сравнения использовались композитные материалы с идентичным наполнителем (нитрид титана) и разными матрицами. Методика заключалась в разработке компьютерной модели межмолекулярного взаимодействия нитрида титана/целлюлозы и нитрида титана/полиамида, что имеет место при напылении раскалённых металлических частиц в высокодисперсном состоянии на ткань и последующем их спекании. Наличие взаимодействия между компонентами проверялось исходя из значений энергии как отдельных компонентов, так и наноккомпозита в целом. При межмолекулярном взаимодействии значение суммарной энергии связей наноккомпозита должно быть значительно меньше суммы энергий отдельных его компонентов. Таким образом, зная расстояния между компонентами и принимая во внимание особенности технологии нанесения адгезива на волокнистую матрицу-субстрат, — можно судить о потенциальной возможности их взаимодействия и получения устойчивого соединения, характеризуемого его адгезионными параметрами. Мерой прочности связи является количество энергии, затрачиваемой на ее разрыв. Значит, чем прочнее материал, тем сильнее межатомные сети, тем большее значение энергии получится в результате их разрушения. Результатами эксперимента является значение энергии системы в определённый момент времени, а мерой прочности — значение энергии, затраченное на его разрушение. Разница энергий системы от точки экстремума до стабилизации системы является мерой разрушения материала в ходе эксперимента.

В эксперимент были включены 2 образца — нитрид титана на хлопчатобумажной ткани (целлюлоза) и нитрид титана на смесовой ткани (полиамид). МДМ конечных видов двух заявленных систем полимерных наноккомпозитов после их оптимизации при заданных технологических параметрах в сравнении с системой нитрид титана/нитрид титана представлены на рис. 1-3.

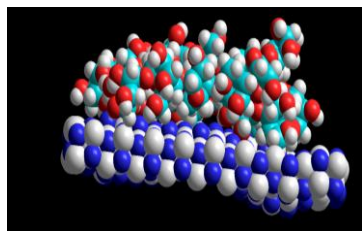


Рис. 1. Конечный вид системы нитрид титана/целлюлоза

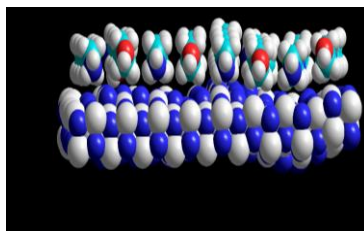


Рис. 2. Конечный вид системы нитрид титана/полиамид

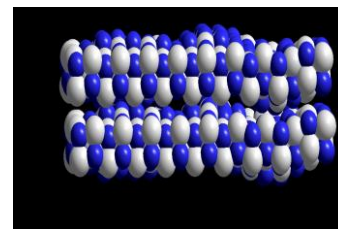


Рис. 3. Конечный вид системы нитрид титана/нитрид титана

Количественные показатели эксперимента представлены в таблице.

Таблица. Результаты численного эксперимента

Наименование компонента	Энергия компонента, kcal/mol	Наименование системы	Сумма энергии компонентов, kcal/mol	Суммарная энергия системы, kcal/mol	Взаимодействие, %
Целлюлоза	261,241	Целлюлоза – нитрид титана	6329,51	7181,74	13,46
Полиамид	-10,12	Полиамид – нитрид титана	6058,15	5978,93	13,25
Нитрид титана	6068,2727	Нитрид титана – Нитрид титана	12136,54	12078,72	0,5

Проанализировав результаты численного эксперимента, можно сделать вывод, что адгезионное взаимодействие двухкомпонентных материалов больше, чем собственно нитрида титана, а значит, при механическом воздействии на материал сначала произойдет разрушение слоя напыления, что обеспечит соответствие теплозащитных свойств материала заявленным на всем периоде эксплуатации. Разница между энергиями адгезии в системах незначительная.

Полученные данные были сравнены с результатами оценки огнезащитных функций: на испытуемый образец с обработанной поверхностью микрочастицами нитрида титана в среде магнетронной плазмы, расположенный на наклонной поверхности, с высоты 0,5 м капнули жидкий алюминиевый расплав ($t = 740^\circ\text{C}$). На рис. 4,5 представлена топография характера разрушения поверхности ткани: расплавленный металл скользит по поверхности образца на основе полиамида (рис. 5), изменяя и уменьшая зону разрушения. При использовании в качестве носителя более термостойкого волокна в композиции с нитридом титана [2] – целлюлозы, – аналогичного повреждения не наблюдаем.

Таким образом, метод молекулярно-динамического моделирования можно использовать в комплексной оценке композиционных материалов с характеристикой адгезионной прочности и априори – потенциальной устойчивости к внешним механическим воздействиям. Возможность его алгоритмизации, создания «банка» наиболее часто используемых матриц и наполнителей позволит быстро и точно определить адгезионные параметры композита, обеспечивающие долговечность конечного изделия.



Рис. 4. Внешний вид образца нитрид титана/целлюлоза после испытания на огнезащитную функцию



Рис. 5. Внешний вид образца нитрид титана/полиамид после испытания на огнезащитную функцию

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Березина, Е.В.* Концептуальные возможности метода молекулярной динамики для моделирования межмолекулярного взаимодействия в нанокпозиционных системах [Текст]/ Е.В. Березина [и др.] // Вестник научно-промышленного общества. – М.: АЛЕВ-В. – 2013. – Вып. 20. – С.182.
2. *Лесин, М.Е., Королев, П.В., Королева, С.В.* Сравнительное исследование теплозащитных свойств инновационных тканей и боевой одежды пожарного [Текст] // Материалы VII международной научно-практической конференции «Пожарная и аварийная безопасность». – Иваново, 2012. – С.308 – 310.
3. *Шилов, М.А.* Компьютерное моделирование молекулярных систем методом молекулярной динамики [Текст]/ М.А. Шилов [и др.] – Иваново: ИГТА, 2010. –168с.

УДК 621.7.06

В. А. Полетаев^{*}, А. М. Власов^{*}, Т. А. Пахолкова^{*}**^{*}ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет^{**}ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России**ПРИМЕР РАСЧЕТА ФАКТИЧЕСКОЙ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА
В ПОДШИПНИКЕ СКОЛЬЖЕНИЯ
ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ (ЖИДКОСТНОЙ) СМАЗКЕ**

Приведен пример расчета фактической площади контакта в подшипниках скольжения при гидродинамической (жидкостной) смазке с учетом величин шероховатости и волнистости поверхностей полюсов и втулок, контактирующих с магнитной жидкостью.

Ключевые слова: шероховатость, волнистость, подшипник скольжения, фактическая площадь контакта.

*V. A. Poletaev, A. M. Vlasov, T. A. Pakholkova***EXAMPLE OF CALCULATION OF THE ACTUAL CONTACT AREA IN A SLIDING
BEARING WITH HYDRODYNAMIC (LIQUID) LUBRICATION**

An example is given of calculating the actual area of contact in sliding bearings for hydrodynamic (liquid) lubrication, taking into account the roughness and waviness of the surfaces of the poles and bushings in contact with the magnetic fluid.

Keywords: roughness, waviness, sliding bearing, actual contact area.

В магнитожидкостных герметизаторах и в подшипниках скольжения между валом и втулкой возникают силы трения скольжения, которые стараются максимально уменьшить, чтобы снизить непроизводительные затраты энергии и износ взаимодействующих деталей. В условиях жидкостной (гидродинамической) смазки между поверхностями трения взаимодействующих деталей возникает зазор, превышающий сумму максимальных высот микронеровностей и волн этих поверхностей. Момент трения в этих условиях определяется толщиной слоя и вязкостью магнитной жидкости, величинами волн и шероховатости поверхности вала и внутренней поверхности втулки, а изнашивание контактирующих поверхностей здесь практически исключается.

Расчет фактической площади контакта внутренней поверхности съемного полюса или наружной поверхности сменной втулки с прослойкой из ферромагнитной жидкости в магнитожидкостных герметизаторах и в подшипниках скольжения при гидродинамической (жидкостной) смазке производится по формуле [1]

$$\eta_1 = \eta_2 \cdot \eta_3 = \frac{1}{2} b \cdot K^{\frac{2\nu}{2\nu+1}} \left(\frac{1}{D_1} q \right)^{\frac{2\nu}{2\nu+1}} D_1$$

где

$$K = \left(\frac{1,06\pi \cdot (1 - \mu^2) R^{0,5}}{K_2 \cdot V \cdot b \cdot R_{\max}^{0,5}} \right);$$

$$D_1 = 2\pi \left(c_1^2 + \frac{c_1^2 b_1}{\sqrt{a_1^2 - c_1^2}} F(\lambda; K_0) + b_1 \sqrt{a_1^2 - c_1^2} \cdot E(\lambda; K_0) \right) \cdot \frac{1}{l_{\delta} \cdot l_{\delta 1}}$$

$$K_0 = \frac{a_1^2 (b_1^2 - c_1^2)}{b_1^2 (a_1^2 - c_1^2)};$$

$$\lambda = \arcsin \sqrt{\frac{a_1^2 - c_1^2}{a_1}}$$

$F(\lambda; K_0)$ и $E(\lambda; K_0)$ – эллиптические интегралы первого и второго рода

$$F(\lambda; K_0) = \int_0^{\lambda} \frac{ds}{\sqrt{1 - K_0^2 \cdot \sin^2 \phi}};$$

$$E(\lambda; K_0) = \int_0^{\lambda} \sqrt{1 - K_0^2 \cdot \sin^2 \phi} \cdot d\phi$$

где: b и v – константы, характеризующие опорную кривую; R – радиус закругления выступов; R_{\max} – максимальная высота выступов; μ – коэффициент Пуассона; ($\mu = 0,3$); C и X – константы; K_2 – коэффициент, зависящий от X ; $l_{\delta 1}$ и $l_{\delta 2}$, $l_{\delta 1}$ и $l_{\delta 2}$ – длины волн поверхностей, соответственно, съемного полюса и сменной втулки в продольном и поперечном направлениях; q – номинальное удельное давление; $a_1 > b_1 > c_1$ – полуоси эллипсоида общего вида.

В табл. 1–2 приведены исходные данные и результаты расчета фактической площади контакта внутренней поверхности съемного полюса или наружной поверхности сменной втулки с прослойкой из ферромагнитной жидкости в магнитожидкостных герметизаторах и в подшипниках скольжения при гидродинамической (жидкостной) смазке.

Таблица 1. Параметры наружных поверхностей съемных втулок из стали Ст.3

Параметры	Втулка (сталь3)		
	Ra=0,354 мкм	Ra=1,220 мкм	Ra=7,210 мкм
μ	0,3	0,3	0,3
b	1,5	1,4	1,2
v	0,14	0,15	0,18
R (мм)	0,125	0,090	0,040
R _{max}	0,002	0,0052	0,033
K ₂	0,9	0,6	0,2
$l_{i\delta 2}$ (мм)	34	34	34
$l_{i\hat{i}i 2}$ (мм)	7	7	7
q (Н/мм ²)	0,03	0,03	0,03
C ₁ (мм)	0,003	0,003	0,007
a ₁ (мм)	7	7	7
b ₁ (мм)	10	10	10
K	126,7	100,06	244,4
D ₁	2,066	1,312	1,531

Таблица 2. Параметры наружных поверхностей съемных втулок из стали 40X13

Параметры	Втулка (сталь40X13)		
	Ra=0,362 мкм	Ra=0,945 мкм	Ra=8,028 мкм
μ	0,3	0,3	0,3
b	1,5	1,4	1,15
v	0,12	0,14	0,19
R(мм)	0,120	0,060	0,030
R _{max}	0,0024	0,0048	0,040
K ₂	0,9	0,6	0,2
$l_{i\delta 2}$ (мм)	42	34	34
$l_{i\hat{i}i 2}$ (мм)	3	6	6
q (Н/мм ²)	0,03	0,03	0,03
C ₁ (мм)	0,002	0,003	0,006
a ₁ (мм)	6	5	10
b ₁ (мм)	8	10	10
K	132,2	91,06	60,055
D ₁	0,828	1,094	1,531

Таблица 3. Параметры внутренних поверхностей съемных полюсов из стали Ст.3

Параметры	Полюс (сталь3)		
	Ra=0,808 мкм	Ra=3,301 мкм	Ra=9,477 мкм
μ	0,3	0,3	0,3
b	1,6	1,5	1,1
v	0,14	0,15	0,19
R (мм)	0,060	0,035	0,025
R _{max} (мм)	0,005	0,018	0,044
K ₂	0,6	0,2	0,15
$l_{i\delta 1}$ (мм)	34	34	34
$l_{i\hat{i}i 1}$ (мм)	6	6	6
q(н/мм2)	0,03	0,03	0,03
c ₁ (мм)	0,003	0,004	0,004
a ₁ (мм)	4	4	5
b ₁ (мм)	10	11	11
K	78,107	82,856	122,152
D ₁	1,021	1,123	1,403

Таблица 4. Результаты расчета фактической площади контакта внутренней поверхности съемного полюса или наружной поверхности сменной втулки с прослойкой из ферромагнитной жидкости в магнитожидкостных герметизаторах и в подшипниках скольжения при гидродинамической (жидкостной) смазке

Фактическая площадь контакта	Втулка (сталь3)		
	Шероховатость Ra=0,354 мкм	Шероховатость Ra=1,220 мкм	Шероховатость Ra=7,210 мкм
η_1	1,025	1,042	1,058
Фактическая площадь контакта	Втулка (сталь40X13)		
	Шероховатость Ra=0,362 мкм	Шероховатость Ra=0,945 мкм	Шероховатость Ra=8,028 мкм
η_1	1,027	1,036	1,062
Фактическая площадь контакта	Полюс (сталь3)		
	Шероховатость Ra=0,808 мкм	Шероховатость Ra=3,301 мкм	Шероховатость Ra=9,477 мкм
η_1	1,040	1,048	1,068

Анализ результатов расчета фактической площади контакта внутренней поверхности съемного полюса или наружной поверхности сменной втулки с прослойкой из ферромагнитной жидкости в магнитожидкостных герметизаторах и в подшипниках скольжения при гидродинамической (жидкостной) смазке при использовании втулок и полюсов из разных сталей (табл. 4) показал, что величина фактической пло-

щади повышается при увеличении шероховатости Ra и волнистости (находится в пределах 102,5–105,8% и 102,7–106,2% при использовании втулок, соответственно, из сталей 3 и 40Х13 и 104,0–106,8% для полюса из стали 3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Поletaев В.А., Власов А.М., Пахолкова Т.А.* Расчет фактической площади контакта в подшипниках скольжения при гидродинамической (жидкостной) смазке. В.А Поletaев, А.М. Власов, Т.А. Пахолкова // Трение и смазка в машинах и механизмах: журнал. Москва: ОООНТИ «Машиностроение» 2014. №11. С.26–31

УДК 621.3

В. А. Поletaев^{*,**}, А. А. Зайцев^{*}

^{*}ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет

^{**}ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЖУЩЕГО МЕДИЦИНСКОГО ИНСТРУМЕНТА

Одним из основных показателей качества медицинского инструмента является параметр микротвердости его режущей части. Параметр микротвердости наиболее важен для резбонарезающего инструмента (метчиков). Недостаточная твердость режущей части приводит к потере устойчивости режущей кромки (пластической деформации) в процессе эксплуатации и быстрому отказу инструмента. Предложен способ увеличения микротвердости импульсной магнитной обработкой. Сравнительными исследованиями установлено, что применение импульсной магнитной обработки при оптимальных режимах повышает твердость режущей части метчиков до 15–20 %.

Ключевые слова: метчик, микротвердость, импульсная магнитная обработка, поверхностный слой.

V. A. Poletaev, A. A. Zaitsev

IMPROVEMENT OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF CUTTING MEDICAL INSTRUMENT

One of the main indicators of the quality of a medical instrument is the microhardness parameter of its cutting part. The microhardness parameter is most important for a thread-cutting tool (taps). Insufficient hardness of the cutting part leads to loss of stability of the cutting edge (plastic deformation) during operation and rapid failure of the tool. A method for increasing the microhardness by a pulsed magnetic treatment is proposed. Comparative studies have established that the use of pulsed magnetic treatment under optimal conditions increases the hardness of the cutting part of the taps to 15-20%.

Keywords: tap, microhardness, pulse magnetic treatment, surface layer.

Одним из основных показателей качества медицинского инструмента является параметр микротвердости его режущей части. Параметр микротвердости наиболее важен для резбонарезающего инструмента (метчиков). Недостаточная твердость режущей части приводит к потере устойчивости режущей кромки (пластической деформации) в процессе эксплуатации и быстрому отказу инструмента [1]. В проводимых исследованиях было изучено влияние режимов импульсной магнитной обработки на микротвердость режущей части медицинских метчиков [2-3].

В качестве образцов нарезающего инструмента в исследованиях использовались медицинские метчики диаметром резьбы 4,5 мм со стандартным шагом от изготовителя ООО «Остеосинтез».

Проведено сравнение показателя микротвердости для неупрочненного и упрочненного импульсной магнитной обработкой инструмента. Измерение микротвердости производилось по передней поверхности зубьев режущей части метчиков, от внешнего радиуса к центру. Образцы были отполированы до зеркального блеска. Для измерений использовался прибор ПМТ-3 (ГОСТ 1156). Для уменьшения погрешности измерений была предложена следующая методика замера пирамидальных отпечатков. На приборе осуществлялось только нагружение индентора на поверхность образцов. Замер диагонали отпечатка осуществлялся по фотоснимкам, полученные микрофотографированием поверхности образцов на микроскопе МИС-11.

Для соблюдения одинакового увеличения снимки на установке проводились последовательно по схеме «образец – штриховая мера».

Ниже приведена методика определения параметра микротвердости для одного из образцов. Режимы импульсной магнитной обработки образца [4]:

- время обработки: $t = 4$ с;
- напряженность магнитного поля: $H = 1160$ кА/м.

1. Микрофотографирование образца с увеличением 250–300 раз, для определения местонахождения отпечатков.

2. Микрофотографирование каждого из отпечатков и штриховой меры длины с одним тем же увеличением (рис. 1). Затем определялось реальное увеличение каждого из полученных снимков.

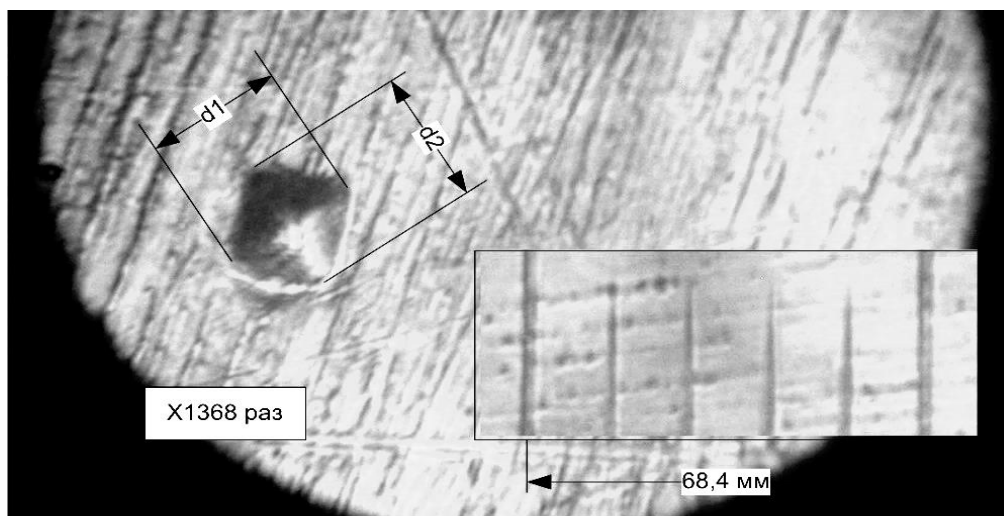


Рис. 1. Поперечное сечение режущей части медицинского метчика (увеличено)

Расстояние между штрихами меры длины составляет 10 мкм. Следовательно, увеличение (N) можно рассчитать по формуле:

$$N = \frac{I_i \cdot 1000}{10 \cdot i} = \frac{68,4 \cdot 1000}{10 \cdot 5} = 1368, \quad (1)$$

где I_i – расстояние между соседними штрихами, мм; i – количество штрихов на длине I_i .

3. Определение средней длины диагонали отпечатка d_{cp}

$$d_{cp} = \frac{d_1 + d_2}{2 \cdot N} = \frac{24,4 + 24,7}{2 \cdot 1368} = 0,0179 \text{ мм}. \quad (2)$$

4. Определение параметра микротвердости производилось по формуле:

$$HV = \frac{1,8544 \cdot P}{d_{cp}^2}, \quad (3)$$

где P – нагрузка на индентор, кг

$$HV = \frac{1,8544 \cdot 0,1}{0,0179^2} = 579.$$

5. Определение среднего значения параметра микротвердости режущей части по 10 отпечаткам. Для вычисления значений применялся программный продукт «Microsoft Excel». По результатам вычислений была построена сравнительная гистограмма микротвердости упрочненного и неупрочненного медицинского инструмента (рис. 2).

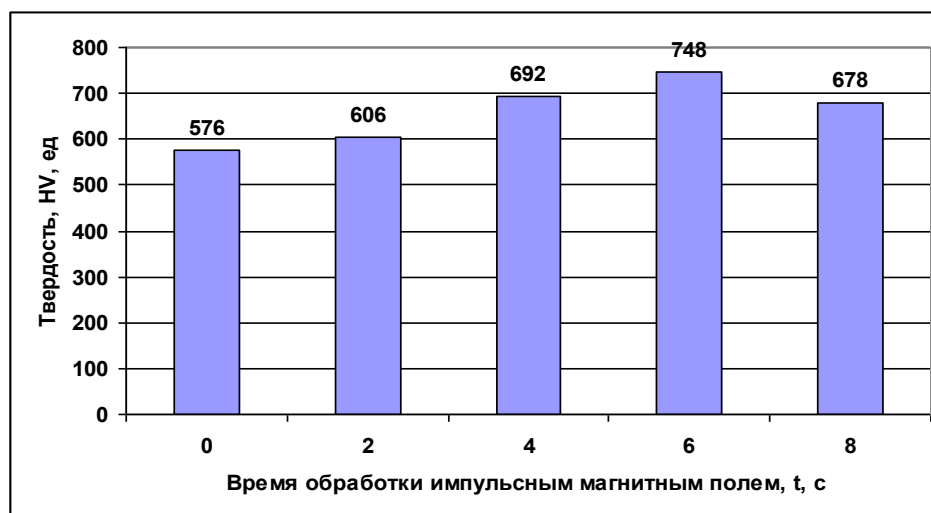


Рис. 2. Значения микротвердости режущей части медицинских метчиков в зависимости от времени обработки импульсным магнитным полем при напряженности магнитного поля 1160 кА/м

Анализ полученной гистограммы позволяет сделать следующие выводы: в диапазоне от 2 до 6 с при напряженности поля 1160кА/м микротвердость режущей части инструмента увеличивается на 10–20 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Полетаев В.А., Басыров И.З., Орлов А.А., Севрюгин Д.П.* О природе разрушения поверхности металла упрочненного импульсной магнитной обработкой / В.А. Полетаев, И.З. Басыров, А.А. Орлов, Д.П. Севрюгин // Современная электротехнология в машиностроении: сб. трудов Междунар. научно-техн. конф. – Тула: ТуГУ, 2002. – С. 411–416.
2. *Полетаев, В.А. Басыров И.З. Зайцев А.А.* Повышение износостойкости спиральных сверл // В.А. Полетаев, И.З. Басыров, А.А. Зайцев // Состояние и перспективы развития энерготехнологий: материалы Междунар. научно-техн. конф. Иваново, ИГЭУ, 2003 – С. 131.
3. *Полетаев, В.А., Басыров И.З.* Механизм разрушения металла упрочненного импульсной магнитной обработкой./ В.А. Полетаев, И.З. Басыров // Физика, химия механика трибосистем: межвузов, сб. научн. трудов. – Иваново: ИвГУ, 2002. – С. 17–22.
4. *Полетаев, В.А., Марков М.Г., Красильникьянц Е.В., Орлов А.С.* Импульсная магнитная установка для упрочнения режущих инструментов./ В.А. Полетаев, М.Г. Марков, Е.В. Красильникьянц, А.С. Орлов // Вестник ИГЭУ, Вып.4 / Иван. гос. энерг. ун-т – Иваново, 2011. С.35-39

УДК 621.3

В. А. Полетаев^{*,**}, И. З. Басыров^{*}

^{*}ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет

^{**}ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНОСА РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ СКАЛЬПЕЛЯ

Проблема повышения износостойкости медицинских инструментов при-обретает все большую актуальность в связи с непрерывно повышающимися требованиями к их эксплуатационным характеристикам. Одним из прогрессивных методов упрочнения деталей является магнитная обработка. Приведены результаты моделирования износа режущей кромки скальпеля, упрочненного импульсной магнитной обработкой.

Ключевые слова: скальпель, износ, импульсная магнитная обработка, поверхностный слой.

V. A. Poletaev, I. Z. Basyrov

MODELING THE WEAR OF THE CUTTING EDGE OF THE SCALPPEL

The problem of increasing the wear resistance of medical instruments is becoming increasingly important in connection with the continuously increasing requirements for their performance characteristics. One of the progressive methods of strengthening the parts is the magnetic treatment. The results of modeling the wear of the cutting edge of a scalpel hardened by pulsed magnetic processing are presented.

Keywords: scalpel, wear, impulse magnetic treatment, surface layer.

Согласно техническим требованиям, по ГОСТ 21240, предъявляемым к медицинским скальпелям, ширина режущей кромки скальпеля должна находиться в пределах 3–4 мкм. С помощью микрофотографий был проанализирована партия инструментов с заводской заточкой, а также партия инструмента после заточки в специализированной мастерской. Для контроля ширины кромки, кроме ее фотоснимка, делался снимок штриховой меры длины. Затем снимки распечатывались с одинаковым увеличением. Полученная ширина кромки на фотографии измерялась и сравнивалась с метками шкалы. Замеры показали, что все скальпели заводской заточкой удовлетворяют требованиям. Ширина кромки переточенных скальпелей составила 3–5 мкм, но по длине боковой поверхности кромки наблюдались сколы и выбоины вследствие неравномерной заточки, и неудовлетворительной последующей правки лезвия.

Исследования изношенной кромки скальпеля проводились со скальпелями заводского исполнения. Одна партия скальпелей была обработана магнитным полем [1], режимы обработки $H=450$ кА/м, $t=7$ сек, другая не обрабатывалась. Анализ микрофотографий показал, что ширина кромки составляет 2–4 мкм, боковые поверхности ровные, практически прямолинейной формы. По мере износа ширина клина режущей кромки увеличивается и у затупленных скальпелей составляет порядка 15–25 мкм.

Для более детального изучения состояния режущей кромки скальпеля в процессе износа была предложена методика компьютерного трехмерного моделирования износа. Данная методика заключается в построении трехмерного изображения скальпеля с помощью графических 3D-пакетов. Для построения изображения используются профилограммы профиля режущей кромки скальпеля. Поверхность кромки сканируется с помощью специальной микрофотографической установки и полученные изображения передаются на компьютер, где проходят соответствующую обработку и оцифровываются. Файлы оцифровки передаются в графический пакет, где поверхность базовой модели объекта, в данном случае кромка скальпеля, изменяет свою форму согласно полученным данным.

Следующим этапом является обработка полученных изображений. Изображения профилограмм обрабатывались с помощью графического редактора Fotoshop7.0 с подключением специальных плагинов.

Обработанные изображения переводились в монохромный цветовой режим и оцифровывались. Полученные файлы с оцифрованными данными профиля кромки передавались в моделирующий 3D-пакет.

Для построения модели использовался программный комплекс 3D-Max версии 7.0. Для реализации модели в данном случае режущей кромки необходимы начальные геометрические параметры объекта: угол между боковыми поверхностями (угол заточки φ), средняя ширина режущей кромки b . С помощью инструментального микроскопа МИМ-2 для исследуемых скальпелей были измерены данные параметры. Значения параметров составили: угол заточки $\varphi = 30^\circ$; ширина режущей кромки $b \approx 4$ мкм.

Длина режущей кромки l была принята равной $l = 1$ мм, шаг сканирования 10 мкм, дальнейшее уменьшение шага сканирования огранивалось точностью винтовой передачи. По этим данным была построена модель состоящая из линий профиля. На рис 1. представлена данная модель.

Следующим шагом моделирования было искривление линии профиля согласно полученным профилограммам. Каждая линия профиля модели привязывалась соответствующей профилограмме по порядку их сканирования.

На рис. 2 показана модель с привязкой линий профиля.

Полученная модель привязки связывалась сплайнами. Для этого, например, первая вершина профиля №1 связывалась с первой вершиной профиля №2 и т.д. Таким образом получилась сетчатая модель скальпеля. Для устранения угловатости для линии связки использовались кривые Безье.

На рис. 3. представлена сетчатая модель режущей кромки.

На рис. 4. показана модель поверхности режущей кромки скальпеля.

В завершение, на полученную модель поверхности был нанесен «материал», иммитирующий сталь. Для лучшего отображения модель подсвечивалась источниками света. Следует отметить, что полученная модель представляет 3D-форму, а не просто плоское изображение. Модель может быть рассмотрена с любого положения, в любом сечении и ракурсе. На рис. 5. представлен окончательный вид модели режущей кромки скальпеля.

В проводимых исследованиях по упрочнению инструмента магнитным полем большой интерес представляет характер износа упрочненного и неупрочненного лезвия скальпеля. Для выяснения данных вопросов было смоделировано изнашивание лезвия.

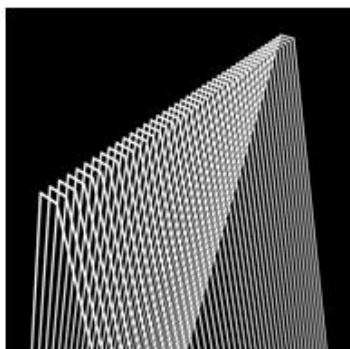


Рис. 1. Модель режущей кромки скальпеля (линии профиля)

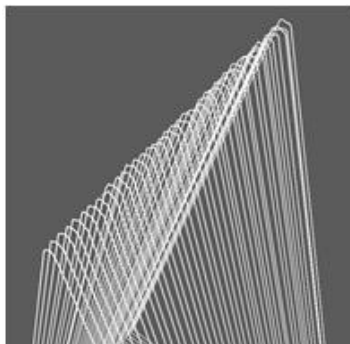


Рис. 2. Модель режущей кромки скальпеля (линии профиля с привязкой)

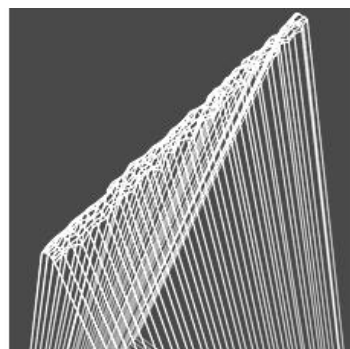


Рис. 3. Модель режущей кромки скальпеля (сетчатая модель)

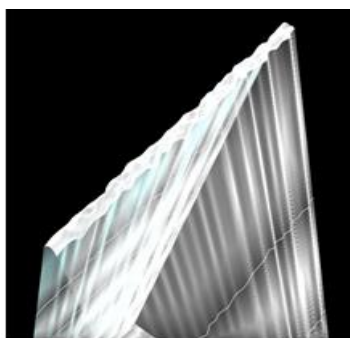


Рис. 4. Модель режущей кромки скальпеля (модель поверхности)

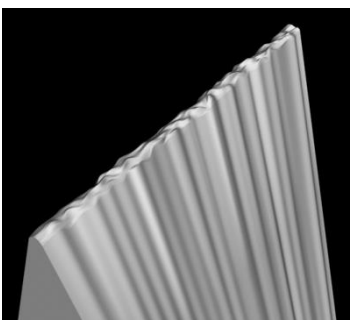


Рис. 5. Модель режущей кромки скальпеля

Для моделирования динамики износа необходимо, по крайней мере, две модели объектов в начальном состоянии и конечном. Имея две модели упрочненного магнитным полем скальпеля и неупрочненного можно задать закон изменения модели по выбранному критерию. Если закон изменения модели не явно выражен, то необходимо введение промежуточных моделей. В рассматриваемом случае износа скальпеля было принято решение использовать три модели: начальную промежуточную и конечную. В качестве вспомогательного критерия по изменению модели была принята ширина режущей кромки в виду легкости ее измерения.

Износ скальпеля осуществлялся на экспериментальной установке [2-3], сканирование профиля осуществлялось после 80 циклов ≈ 720 оборотов изнашивающего валика (это составляет примерно половину стойкости упрочненного скальпеля) и по окончательному затуплению скальпеля. Ширина режущей кромки оценивалась после каждого 10 цикла на микроскопе МИМ-2. Один из скальпелей был обработан магнитным полем.

Далее строились модели поверхности режущей кромки по истечению 80 оборотов цикла и после окончания износа режущей кромки. В итоге, в качестве конечного решения выдавался видеофайл с возможностью покадрового рассмотрения процесса изнашивания кромки.

На рис. 6. представлена фотограмма динамики изнашивания режущей кромки скальпеля, упрочненного импульсной магнитной обработкой.

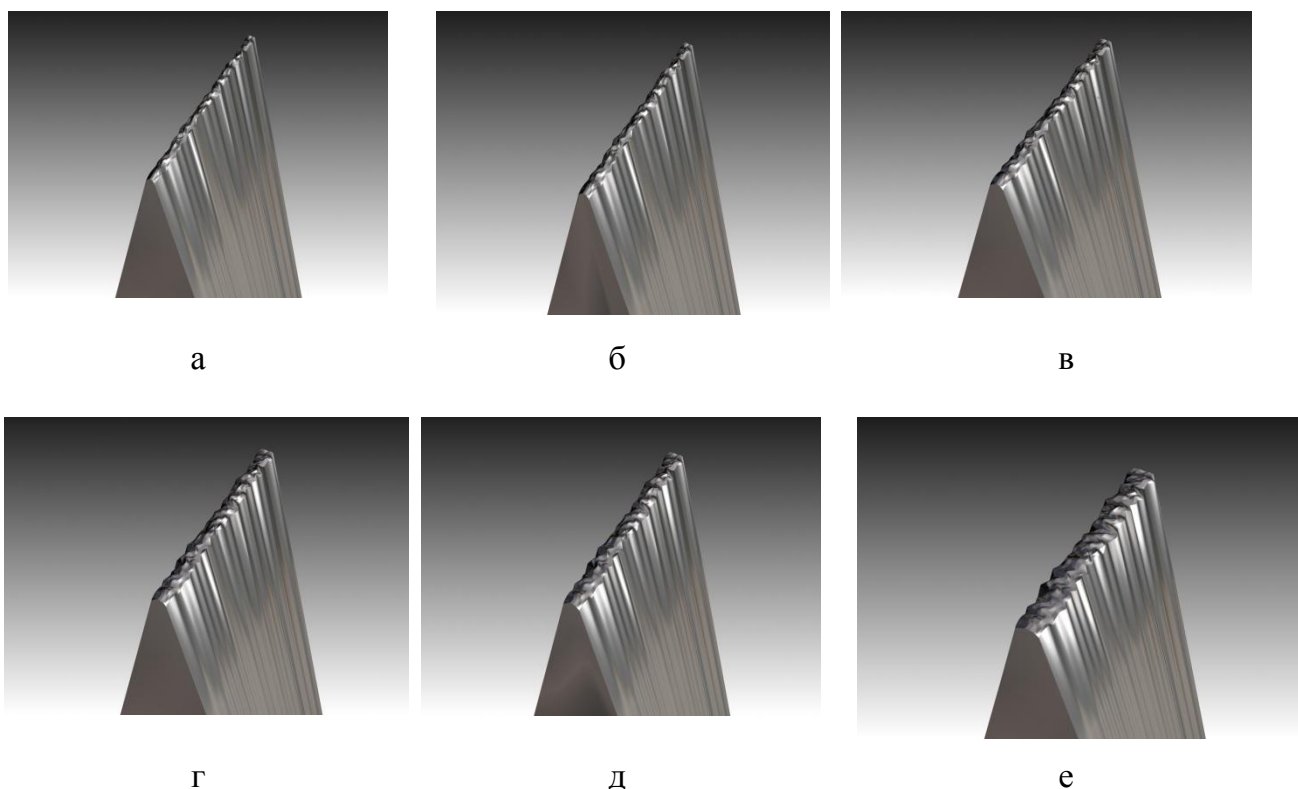


Рис. 6. Динамика износа скальпеля, упрочненного импульсной магнитной обработкой (а–е)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Полетаев, В.А., Марков М.Г., Красильникьянц Е.В., Орлов А.С.* Импульсная магнитная установка для упрочнения режущих инструментов./ В.А. Полетаев, М.Г. Марков, Е.В. Красильникьянц, А.С. Орлов // Вестник ИГЭУ, Вып.4 / Иван. гос. энерг. ун-т – Иваново, 2011. С.35-39

2. *Басыров, И.З.* Установка для исследования износа медицинских инструментов / И.З. Басыров // Прогрессивные технологии в Машино- и приборостроение: сб. статей по материалам Всерос. научно-техн. конф. – Н. Новгород; Арзамас, 2001. – С. 26–29.

3. *Басыров, И.З., Полетаев В.А., Зайцев А.А.* Исследование износа режущего тонколезвийного медицинского инструмента / И.З. Басыров, В.А. Полетаев, А.А. Зайцев // Прогрессивные технологии в Машино- и приборостроении: сб. статей по материалам Всерос. научно-техн. конф. – Н.Новгород; Арзамас, 2003. – С.172–176.

УДК 621.48

А. С. Сакулин, Л. В. Жуков

ФГКОУ ВО Военный институт (инженерно-технического) Военной академии материально-технического обеспечения

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПАР ТРЕНИЯ ДИЗЕЛЯ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Для решения проблемы пуска двигателя в условиях низких температур предложен новый подход – введение наноматериала в моторное масло дизеля. Результаты экспериментов показали, что введение «Модификатора» в моторное масло дизеля позволит снизить нагрузки на узлы и агрегаты, тем самым представляется возможным снизить предельную температуру пуска двигателя в в условиях низких температур.

Ключевые слова: наноматериалы, дизель, температура пуска дизеля.

A. S. Sakulin, L. V. Zhukov

STUDI OF WEAR RESISTANCE OF FRICTION PAIRS OF ADISEL ENGINE AFTER APPLICATION OF NANOMATERIALS

To solve the engine start-up at low temperatures, the new approach is the introduction of a nanomaterial in oil power units of the internal combustion engine. The results of experiments showed that the introduction of the «Modifier» in the engine oil, diesel and gasoline engines will allow to reduce the load on the joints and units, thereby it is possible to reduce the temperature limit, start the engine in the special conditions.

Keywords: nanomaterials, diesel, the start temperature of a diesel engine.

Вопросы влияния эксплуатационных факторов и режимов работы на ресурс двигателей посвящено большое число исследований. Так, при низких температурах воздуха в процессе пуска холодных двигателей возрастает износ цилиндров и порш-

невых колец. Основной причиной интенсификации износа при этом является нарушение условий смазки, а также возникновение электрохимической коррозии. Последняя особо активизирует процесс износа при падении температуры охлаждающей жидкости ниже 60-70°C [2].

Испытаниями установлено, что при холодной охлаждающей жидкости и частых пусках в сравнении с нормальными условиями работы износ цилиндров и поршневых колец возрастает в 2-4 раза [3].

Эксплуатация военной автомобильной техники с частыми остановками и пусками, а также переключениями передач значительно снижают долговечность двигателя за счет попадания обогащенной смеси на стенки цилиндров, смывающей смазку. Последнее способствует интенсификации коррозионно-механического износа.

Особое влияние на ресурс дизелей оказывают применяемые в эксплуатации смазочные масла – их физико-химические свойства и стабильность этих свойств в процессе эксплуатации, а так же при изменении температуры. При высоких температурах свыше 150°C ускоряется процесс окисления и старения масел.

Вязкость масла должна быть достаточно высокой для создания защитных пленок на поверхностях сопряжений в условиях малых скоростей и повышенных нагрузок. В то же время вязкость масел ограничивается требованиями обеспечения хорошего отвода тепла от поверхностей трения и низкого коэффициента трения при высоких скоростях в режиме гидродинамического трения.

В настоящее время найдены эффективные пути решения этой задачи. Разработана технология получения на поверхностях трибосопряжений квазикристаллического молекулярного слоя. Формирование такого слоя происходит за счет адсорбции амфифильных молекул с перфторированным радикалом из раствора, где роль растворителя выполняет смазочное масло [1]. Такой молекулярный слой является модификатором поверхности, придающей ей такие уникальные свойства, как снижение износа и коэффициента трения, антикоррозионную стойкость, защиту поверхности в случае отсутствия смазки, а также снижение адгезии смазки к поверхностям трибосопряжений.

Соединения, обладающие способностью влиять на свойства поверхности, в дальнейшем «Модификатор», называются поверхностно-активными веществами и относятся к наноматериалам [4].

Важные значения для получения качественной защитной молекулярной пленки имеет концентрация «Модификатора» в смазочной среде.

Для этой цели были изготовлены растворы различной концентрации, где в качестве растворителя использовали летучее вещество типа хладон.

В раствор были помещены металлические пластины, после выдержки и сушки произведены замеры краевого угла смачивания. Результаты зависимости краевого угла смачивания для воды и масла представлены на рисунке.

Как следует из приведенных на рисунке данных, при концентрации «Модификатора» 0,5-1,0% происходит образование насыщенного молекулярного слоя.

Оценку прочности молекулярных пленок проводили в соответствии с методикой НИИЧаспрома по величине краевого угла смачивания капли масла МН-60 ГОСТ 8781-71.

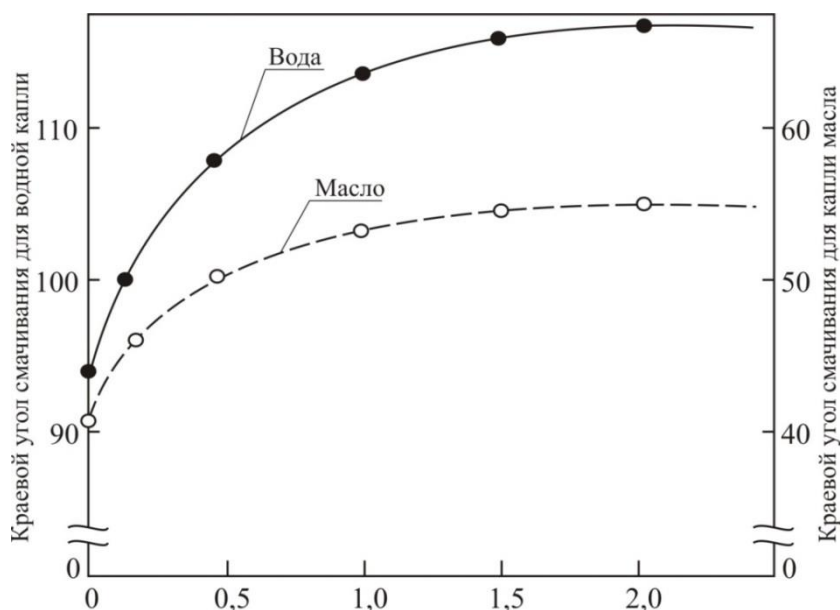


Рисунок. Зависимость краевого угла смачивания от концентрации «Модификатора»

Порядок проведения эксперимента

1. Металлические пластины (3 шт.) с шероховатостью поверхности $R_z = 0,1$ (материал – У10А) были промыты моющим средством «Арсек» ТУ 38.504-63-0292-92, просушены, затем были промыты трихлорэтиленом и просушены.

2. На приготовленные пластины были нанесены капли масла МН-60 и замерены краевые углы смачивания. Краевой угол равен порядка 25° .

3. На металлические пластины методом окунания согласно методике «НИИЧаспрома» были нанесены молекулярные пленки, после чего пластины были высушены в термошкафу при температуре 40°C в течение 30 мин.

4. На каждую пластину были поставлены капли масла МН-60 маслodosировкой № 6 и измерены краевые углы смачивания.

5. Оценивали значение краевых углов смачивания после пятикратной промывки трихлорэтиленом.

Результаты измерения краевых углов смачивания представлены в таблице [2].

Таблица. Результаты измерения краевых углов смачивания

Краевой угол смачивания θ , среднее значение угла смачивания θ_{cp} , изменение угла смачивания $\Delta\theta$, град.						
Непосредственно после нанесения пленки	После промывки					
	1	2	3	4	5	После 5-ой промывки
θ_{cp}	θ_{cp}	θ_{cp}	θ_{cp}	θ_{cp}	θ_{cp}	$\Delta\theta$
50,6	49,7	52,9	54,9	48,7	49,6	-1

После пяти промывок угол θ практически не изменился, что свидетельствует о прочности молекулярной пленки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гайдар С.М., Пучин Е.А.* Повышение долговечности и экономичности двигателей с применением нанотриботехнологии. // Ремонт, восстановление, модернизация №9. – 2012. – С.24-28.
2. *Гайдар С.М.* Анализ факторов, влияющих на качество масел при эксплуатации двигателей. // Труды ГОСНИТИ. Том 107 ч.1. – 2011. – С. 42-45.
3. *Жуков Л.В.* Повышение надежности двигателей в особых условиях эксплуатации с применением наноматериалов. /Л.В. Жуков, И.Н. Кравченко, С.М. Гайдар, Е.А. Петровская. – Балашиха: ВТУ, 2014. – С. 25-29.
4. *Жуков Л.В.* Обоснование факторов, оказывающих влияние на надежность специальной техники в особых условиях эксплуатации. / П.Г. Ларин, С.М. Гайдар, И.Н. Кравченко – М.: Российская академия естествознания, 2014. - №3 (часть 2) – С.262-266

УДК 621

*А. В. Топоров**, *Е. А. Топорова***

*ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**ФГБОУ ВО Текстильный институт Ивановского государственного политехнического университета

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗНОСА ЭЛАСТОМЕРНОГО МАТЕРИАЛА
В ПАРЕ ТРЕНИЯ РЕЗИНА–МЕТАЛЛ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ**

В представленной статье рассматривается проблем износа эластомерного материала при трении по стали в присутствии различных смазок. Установлено, что на износ резины наибольшее влияние оказывает наличие смазки в зоне трения а не ее характеристики.

Ключевые слова: износ, эластомер, трение, магнитная жидкость.

A. V. Toporov, E. A. Toporova

**DETERMINATION OF THE WEAR OF THE ELASTOMERIC MATERIAL
IN A FRICTION PAIR ELASTOMER –METAL WHEN USING MAGNETIC FLUID**

The article deals with the problem of wear of elastomeric material when friction on steel in the presence of various lubricants. It is established that the presence of lubricant in the friction zone rather than its characteristics has the greatest influence on rubber wear.

Keywords: wear, elastomer, friction, magnetic fluid.

Трение в паре эластомерный материал – металл наиболее часто возникает при эксплуатации манжетных уплотнений и часто является причиной выхода из строя таких уплотнений по причине износа их рабочих элементов [1]. Для снижения износа в манжетах применяются различные смазочные материалы. Кроме того, для смазки рабочих элементов манжетных уплотнений помимо традиционных смазочных материа-

лов может быть использована магнитная жидкость. Поэтому исследование процесса износа в таких парах трения является актуальной задачей.

Исследования износа при трении эластомерного материала по металлу проводились с использованием специальной экспериментальной установки [2, 3].

В качестве эластомерного элемента трения применялось резиновое кольцо. Твердый элемент трения имел шероховатость поверхности $Rz=8.5\text{мкм}$, $Rz=0.6\text{ мкм}$. В качестве смазочного материала применялись магнитная жидкость на основе ПЭС -5 с карбонильным железом и магнитная жидкость на ПЭС-5 с магнетитом, а так же чистый ПЭС-5. Испытания проводились в течении 60 минут. Величина магнитной индукции составляла 0.2Тл. Частота вращения твердого тела трения – 600 об/мин (скорость относительного скольжения образцов – 1.7м/с)

Эксперименты проводились по следующей методике. Эластомерный элемент трения в течении 10 с промывался в спирте и взвешивался на аналитических весах. С твердого элемента трения при помощи технической салфетки, смоченной в спирте удалялись продукты износа и остатки смазки. Устанавливалась необходимая величина магнитной индукции и контактное давление. В область трения помещался смазочный материал. Приводной электродвигатель включался в сеть, и устанавливалась скорость вращения подвижного элемента трения. По истечении времени эластомерный элемент трения промывался в спирте, просушивалось до полного испарения спирта и повторно взвешивался.

Результаты экспериментов приведены в таблице.

Таблица. Определение износа эластомерного материала

№	Тип смазки	Магнитная индукция Тл	Шероховатость поверхности твердого тела трения Rz , мкм	Контактное давление Н/см	Масса элемента до испытаний, г	Масса элемента после испытаний г	Износ элемента (по отношению к массе кольца до испытаний) %
1	ПЭС	-	8.5	2.5	5.33	5.28	0.938
2	ПЭС с карбонильным железом	0	8.5	2.5	5.16	5.11	0.968
		0.2	8.5	2.5	5.03	4.98	0.994
3	ПЭС с магнетитом	0	8.5	2.5	5.23	5.18	0.956
		0.2	8.5	2.5	5.45	5.39	1.11
4	Без смазки	-	8.5	2.5	5.26	4.8	8.752
5	Без смазки	-	8.5	1	5.09	4.79	5.768
6	Без смазки	-	0.6	2.5	5.13	5.07	1.169

При шероховатости поверхности $Rz=0.6\text{мкм}$ и контактном давлении 2.5Н/см, а так же при шероховатости поверхности $Rz=8.5\text{мкм}$ и контактном давлении 1Н/см в присутствии смазочного материала (ПЭС-5, магнитные жидкости) износ эластомерного элемента трения определить не удалось.

При $Rz=8.5\text{ мкм}$ и контактном давлении 2.5 Н/см в присутствии смазочного материала происходит значительное уменьшение износа эластомерного элемента трения.

Таким образом, при трении эластомерного материала по металлу в условиях высокой чистоты твердого контртела, а так же при низких контактных нагрузках изнашивания эластомера практически не происходит. С увеличением контактного давления износ эластомерного материала имеет место лишь в отсутствие смазочного материала. При наличии смазки, независимо от ее природы и свойств, износ уменьшается до величин, сопоставимых с погрешностью измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уплотнения и уплотнительная техника : Справочник / А.А. Кондаков, А.И. Голубев, В.Б. Овандер и др.; Под общ. ред. А.И. Голубева, Л.А. Кондакова. - М.: Машиностроение, 1986.- 464 с., ил.
2. *Топоров А.В.* Разработка комбинированных магнитожидкостных уплотнений и исследование их трибологических характеристик Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук Иваново, 2000
3. *Сайкин М.С., Топоров А.В., Топорова Е.А.* Повышение пожарной безопасности химических производств применением магнитожидкостных герметизаторов валов мешалок Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 1. С. 55-60.

УДК 658.286

С. А. Фомин, С. О. Гаврилов, В. В. Киселев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Износ деталей оказывает решающее влияние на долговечность и эксплуатационную надежность пожарной техники. Увеличение зазора в сопряжениях вследствие износа часто сопровождается снижением коэффициента полезного действия, возникновением ударных нагрузок, увеличением потерь на трение и интенсивности износа сопряженных деталей. В работе описаны основные виды износа, предложен способ его снижения.

Ключевые слова: износ, трение, пожарная техника.

S. A. Fomin, S. O. Gavrilov, V. V. Kiselev

MAIN REASONS FOR WEAR OF DETAILS OF FIRE AUTOMOBILES

Wear of parts has a decisive influence on the durability and operational reliability of fire fighting equipment. The increase in clearance in matings due to wear is often accompanied by a decrease in the efficiency, the appearance of shock loads, an increase in friction losses and the wear rate of the mating parts. The paper describes the main types of wear and suggests a way to reduce it.

Keywords: wear, friction, fire fighting equipment.

Интенсивно используемая автомобильная техника подвержена негативным воздействиям ряда факторов. Это и неустановившийся режим работы, и реверс, и

вибрации, и возможность попадания абразивных частиц в зону контакта трущихся поверхностей, и разнообразие внешних условий эксплуатации, вызванное как переменными нагрузками, так и изменениями в окружающей среде, – все это приводит к существенному повышению интенсивности изнашивания трущихся поверхностей деталей машин.

Применительно к пожарной технике эта проблема наиболее актуальна, поскольку в данной сфере двигатели пожарных и аварийно-спасательных автомобилей кроме транспортного режима эксплуатируются еще и в стационарном режиме в качестве привода на исполнительный агрегат, кроме того, они работают и без нагрузки в режиме прогрева и при смене караула во время проведения ежедневного технического осмотра. Изнашивание деталей приводит к ухудшению технических характеристик механизмов, снижению скорости движения пожарных автомобилей, подачи и напора, развиваемых пожарными насосами. Все это приводит к преждевременной постановке автомобилей на техническое обслуживание или ремонт.

Чтобы предупредить износ и разрушение автомобильной техники, необходимо знать процессы, вызывающие износы и поломки деталей машин.

В научной литературе под износом понимается изменение в весе и размерах деталей машин в процессе их работы вследствие истирания и удаления частиц с их поверхности.

Существует ряд схем или классификаций процессов, приводящих к износу и поломкам деталей. Схемы эти носят условный характер в связи с тем, что на практике износ и поломка деталей вызываются действием не одного изолированного, а целого ряда процессов.

Причинами, вызывающими износ и поломки деталей пожарных автомобилей, являются: истирание, смятие, точечный износ, царапанье, усталость металлов, образование усталостных раковин, химическое воздействие на поверхность деталей, электрохимическое воздействие на поверхность деталей и электроэрозия.

Пожарные автомобили, как правило, эксплуатируются в тяжелых условиях – это большие нагрузки, повышенная температура и влажность, что вызывает повышенный износ их деталей и механизмов. С увеличением пробега автомобиля ухудшаются его тяговые качества, повышается расход топлива и смазки, нередко возникают неисправности или поломки.

Повышение расхода топлива и смазки, понижение тяговых качеств пожарного автомобиля – это результат износа деталей цилиндро-поршневой группы и распределительного механизма двигателя. Износ деталей рулевого управления и тормозной системы ухудшает управляемость автомобилем и безопасность его вождения. Износ деталей, узлов и механизмов автомобиля вызывает изменение первоначальных размеров деталей и их геометрической формы, что, в свою очередь, приводит к увеличению зазоров между трущимися деталями и появлению шумов и стуков. Детали двигателя, работающие в условиях высоких температур, подвергаются также коррозии и короблению.

Наибольшее число неисправностей возникает в связи с естественным изнашиванием деталей. Увеличиваются зазоры в сопряжениях, что допустимо до определенного предела, который различен для разных сопряжений и зависит от их конструкции и назначения. Если допустить работу механизма с зазором, превышающим определенный предел, то износ деталей увеличивается очень быстро и может привести к

разрушению механизма, повышению расхода эксплуатационных материалов и ухудшению качества работы механизма.

К аварийным повреждениям относятся различного рода трещины, отколы, обломы, задиры, погнутость и скрученность, т. е. дефекты, являющиеся, следствием нарушений правил технической эксплуатации автомобилей. Большую роль в предупреждении аварийных дефектов играет планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта автомобилей, а также квалификация водительского и ремонтного персонала.

Износы рабочих поверхностей деталей автомобиля резко возрастают в результате неумелого или неправильного вождения автомобиля, несвоевременного или некачественного технического обслуживания, недостаточной и некачественной смазки, а также тяжелых условий эксплуатации (работа на плохих дорогах, повышенная запыленность, перегрузки, частые остановки, подъемы). Своевременное выявление и устранение дефектов, возникающих при эксплуатации автомобиля, продлевает срок службы автомобиля до капитального ремонта.

Износ деталей оказывает решающее влияние на долговечность и эксплуатационную надежность пожарных машин. Увеличение зазора в сопряжениях вследствие износа часто сопровождается снижением коэффициента полезного действия, возникновением ударных нагрузок, увеличением потерь на трение и интенсивности износа сопряженных деталей.

И.В. Крагельский в работе отмечает, что взаимодействие твердых тел представляет собой сложное явление, состоящее из четырех групп процессов:

- 1) механических (деформация упругая и пластическая, колебания);
- 2) молекулярно-физических (диффузия, адсорбция, контактное плавление, нагрев);
- 3) механо-химических (хемосорбция на поверхностях, распад и образование химических и высокомолекулярных соединений в смазке);
- 4) электрических, электрокинетических, электрохимических и других в результате т.э.д.с., э.д.с., электромагнитной индукции, гальванического электричества.

Исследованию изнашивания посвящено большое количество работ. Существуют несколько достаточно полных классификаций износа. Весьма интересна классификация, основанная на видах разрушения фрикционных связей, т.е. на видах деформирования и разрушения материала в зонах фактического касания твердых тел. Наиболее распространены виды изнашивания в узлах и рабочих органах машин и механизмах – абразивный, адгезионный, кавитационный, коррозионный, усталостный и эрозионный. Применительно к узлам трения, работающим в условиях граничной смазки, наиболее распространенными являются усталостный, коррозионный и частично – адгезионный виды износа.

На процессы трения и изнашивания со смазками большое значение оказывает кислород, содержащийся в смазках. При наличии кислорода смазочное действие масел резко возрастает: уменьшается коэффициент трения, повышается нагрузка заедания. Расход кислорода на образование оксидных пленок непрерывно и легко восполняется благодаря переносу в зону трения растворенного в маслах молекулярного кислорода и окислению углеводородов, сопровождающемуся образованием нестойких кислородосодержащих производных. Это обеспечивает достаточно быструю и эффективную регенерацию оксидных слоев, предотвращающих заедание и схватывание металлических поверхностей. Оптимальные режимы трения могут быть достигнуты

только при строго определенной концентрации кислорода в зоне трения. При тяжелых режимах трения в обычных смазках не хватает кислорода для регенерации оксидной пленки, и поэтому применяют присадки из других химических элементов, снижающих интенсивность процесса заедания (серу и хлор, по действию подобных кислороду) и повышающих нагрузочную способность (фосфорорганические соединения).

Действие химически активных по отношению к металлу добавок непрерывно возрастает с воздействием их концентрации в основной жидкости от полного насыщения их адсорбционного слоя на всех образующихся в металле поверхностях. При полном насыщении адсорбционного слоя действие этих добавок становится оптимальным (максимальным) и при дальнейшем возрастании концентрации или остается постоянным, или даже уменьшается.

При хемосорбции, в отличие от физической адсорбции, происходит перенос электронов между адсорбентом и адсорбируемым веществом, выделяемая теплота сравнима с теплотой химических реакций, а энергия связи более чем на порядок выше. Хемосорбция в измеримой степени протекает только выше определенной минимальной температуры и должна иметь заметную энергию активации. Таким образом, защитные пленки, образующиеся на поверхностях трения за счет химических реакций, являются важным средством снижения трения и износа.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что одним из наиболее экономически выгодных путей повышения надежности и долговечности различных машин и механизмов является улучшение качества смазочных материалов, в первую очередь, улучшение их противоизносных и антизадирных свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гаркунов Д.Н.* Триботехника (износ и безызносность). – М.: «Издательство МСХА», 2001. – 616с.
2. *Крагельский И.В.* Новые аспекты науки о трении и износе. //Физико – химическая механика контактного взаимодействия и фреттинг – коррозия. – Киев: Книга, 1973. – С.3 – 4.
3. *Киселев В.В., Мельников В.Г.* Исследование свойств разработанных присадок на основе солей мягких металлов. // Эффект безызносности и триботехнологии. – 2004. – №1. – С. 16 – 20.
4. *Киселев В.В.* К проблеме улучшения триботехнических свойств смазочных материалов. // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2006. – Т.49. – № 12. – С.113 -114.
5. *Киселев В.В.* Исследования по выявлению оптимальной концентрации разработанного медно – оловянного комплекса в масле. //Депонирована в ВИНТИ 29.04.2003. – № 836.

УДК 614.846

Р. И. Харламов, В. А. Годлевский

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКЕ

В работе дан анализ современные проблемы трения и износа пожарной и аварийно-спасательной техники, очерчены основные пути решения трибологических проблем, существующих в сфере борьбы с пожарами.

Ключевые слова: трибология, пожарная техника, надежность, износ.

R. I. Kharlamov, V. A. Godlevsky

TRIBOLOGICAL PROBLEMS IN FIRE FIGHTING EQUIPMENT

In work the analysis of modern problems of friction and wear fire and rescue equipment, outlined the main ways of solving tribological properties of the ecological problems existing in the field of fire fighting.

Keywords: tribology, fire equipment, reliability, wear.

Трибология как наука «о трении, износе и смазке» все глубже проникает в различные области, связанные с эксплуатацией машин, приборов, инструментов и других предметов труда. Эта область знания со времени «организационного оформления» в середине прошлого века в отдельное научное направление все больше структурируется. Возникли специализированные научные разделы, такие как трибофизика, трибохимия, триботехника, трибоэлектричество и другие. Множество трибологических задач возникает в сфере различных технологических процессов обработки и создания новых материалов [0].

В последние годы возник термин «нанотрибология», который связан с решением задач трения на молекулярном уровне. Достижения трибологии последних десятилетий проявились в создании фундаментальных физико-химических основ этой науки, в области новых триботехнических материалов для узлов трения. Создано новое поколение смазочных материалов, работающих в экстремальных условиях. Начала развиваться теория и практика расчетов узлов трения «на износ».

Пожарная техника — достаточно широкая и разветвленная область для приложения новых трибологических идей и технических разработок [0, 0, 0]. Попытаемся кратко проанализировать возможные области использования последних достижений трибологической науки в сфере борьбы с пожарами.

Пожарный автомобиль как транспортное средство не сильно отличается от грузовиков, работающих в общих отраслях народного хозяйства, однако существенно отличается по условиям эксплуатации, что заставляет особым образом заботиться о его надежности. В первую очередь заметны следующие эксплуатационные отличия:

– ограниченное время подготовки к выезду и связанный с этим недостаточный прогрев двигателя;

- движение к месту пожара с максимально возможной скоростью и с максимальной нагрузкой (полный комплект пожарно-технического вооружения, максимально загруженные емкости с огнетушащим веществом);
- возможность движения к месту пожара по бездорожью;
- неравномерность работы систем и механизмов (частый переход с одного нагрузочного режима на другой, частые разгоны и торможения);
- большая доля времени (около 70%) работы автомобильного двигателя «на насос», т.е. в режиме высокой частоты;
- всепогодный характер работы, в том числе во время выпадения осадков (дождя, снега), в условиях высоких или, наоборот, низких температур.

В силу перечисленных особенностей интенсивность изменения технического состояния ПА в процессе эксплуатации существенно выше, чем у автомобилей общего назначения. Отсюда можно сформулировать перспективные задачи трибологического совершенствования ПА.

- повышение эффективности фильтрации воздуха, поступающего в двигатель, для предотвращения повышенного абразивного износа элементов двигателя при движении по грунтовым дорогам в условиях повышенной запыленности;
- применение моторных и трансмиссионных масел с улучшенными температурно-вязкостными характеристиками и эффективными пакетами функциональных присадок; перспективными в этом отношении являются антизадирные агенты типа металлоплакирующих присадок, модификаторов трения (в частности, так называемых «геомодификаторов»), поверхностно-активных адсорбатов, нанокпозиционных твердых присадок.
- конструктивное совершенствование работы агрегатов трансмиссии, обеспечивающее отсутствие ударов, вибраций и перегрузок.

Пожарные насосы, работающие как в составе ПА, так и вне его, подвержены ускоренному износу в большей степени, чем ПА в целом. Рабочие каналы насосов подвержены, в первую очередь, абразивному износу, который возникает при заборе загрязненной твердыми частицами воды из открытых источников. Попадающие с током воды в насос частицы более крупного размера способствуют динамическим ударам и частичному перекрытию рабочих каналов. Другой причиной изнашивания является явление кавитации, возникающее на быстро движущихся лопастях рабочего колеса центробежного насоса, что приводит к выкрашиванию микрообъемов, эрозии металла на поверхностях. Критически важным для работоспособного состояния центробежного насоса является состояние манжетных уплотнений и самих подшипников рабочего колеса. Нарушение герметичности кольцевых уплотнений приводит к проникновению воды в масляный картер, нарушает режим смазывания и может приводить к разрушению подшипников качения. Для предотвращения перечисленных нарушений работы насосов возможно принимать следующие меры.

- повышение износостойкости внутренних поверхностей насоса, чтобы противостоять абразивному и кавитационному изнашиванию. Возможна замена материала поверхности на более износостойкий металл или применение износостойких покрытий быстроизнашивающихся поверхностей.
- совершенствование материала и конструкции кольцевых уплотнений для повышения их уплотнительной надежности (например, применение уплотнений на основе силиконовых эластомеров или узлов с ферромагнитными жидкостями;

– рассмотрение возможности замены подшипников качения на более надежные и дешевые подшипники скольжения (например, пористые втулки изготовленные методами порошковой металлургии).

– решить задачу сохранения смазочной способности масел, содержащих примеси воды с тем, чтобы продлить работу насоса при небольшой потере герметичности уплотнений

Таким образом, нами было показано, что сфера пожаротушения содержит много возможностей для применения современных достижений трибологической теории и ее разнообразных приложений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мышкин Н.К., Свириденко А.И., Ткачук Д.В.* Тенденции в развитии трибологии // Сб. мат-лов Науч.-техн. конф. с участием иностранных специалистов «Трибология – машиностроению», Москва, 2008 г. НИИМАШ им. Благонравова, 1-2 октября 2008. Электронный ресурс.
2. Эксплуатация пожарной техники: Справочник/ Ю.Ф. Яковенко, А.И. Зайцев, Л.М. Кузнецов и др. — М.: Стройиздат, 1991, С. 190 – 252.
3. *Крамаренко Г.В.* и др. Техническая эксплуатация пожарных автомобилей. М.: Транспорт, 1983. 224 с.
4. *Яковенко Ю.Ф.* Современные пожарные автомобили. М.: Стройиздат, 1988. 352 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

УДК 378.1

В. А. Балабанов, И. Л. Скрипник, С. В. Воронин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ВУЗЕ

В статье рассматриваются аспекты профессиональной подготовки специалистов. Переход ВУЗ на новые ФГОС потребовал совершенствование подходов в образовательном процессе, корректировки контроля его качества, новых требований к информации и задачам обучения.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, образовательный процесс.

V. A. Balabanov, I. L. Skrypnyk, S. V. Voronin

WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF VOCATIONAL TRAINING OF STUDENTS IN HIGH SCHOOL

The article deals with the aspects of professional training of specialists. The transition the UNIVERSITY to a new federal state educational standard demanded improvement of the approaches in the educational process adjustments quality control, new information requirements and objectives.

Keywords: professional training, educational process.

В качестве условий достижения современного качества профессионального образования необходима оптимизация учебной, психологической, физической нагрузки обучающихся, обеспечение дифференциации и индивидуализации обучения [1].

Эффективность образовательного процесса складывается из следующих составляющих качества:

- образовательной программы;
- потенциала профессорско-педагогического состава (ППС), задействованного в учебном процессе;
- уровня знаний обучающихся;
- современных средств обеспечения учебного процесса (учебно-материально базы, учебно-методических комплексов, автоматизированных обучающихся систем, технических средств обучения, учебных кабинетов);
- образовательных технологий;
- управления образовательными системами и процессами.

Особенностями педагогического процесса в ВУЗе ГПС МЧС, является профессиональная ориентация и практическая направленность воспитательной деятельности, ее взаимосвязь со служебными обязанностями и общественной работой обучающихся; индивидуальный подход при направляющей роли ППС в его осуществлении и др.

Профессиональная подготовка (ПП) специалистов ГПС представляет собой целенаправленную деятельность по обучению обучающихся специальными знаниями, умениям и навыкам, а также формированию профессионально-значимых качеств.

На рисунке представлены функции педагогической системы ВУЗа ГПС, где каждый цикл представляет собой отрезок педагогического процесса, имеет свою продолжительность, сферу приложения, задачи и способы их решения.

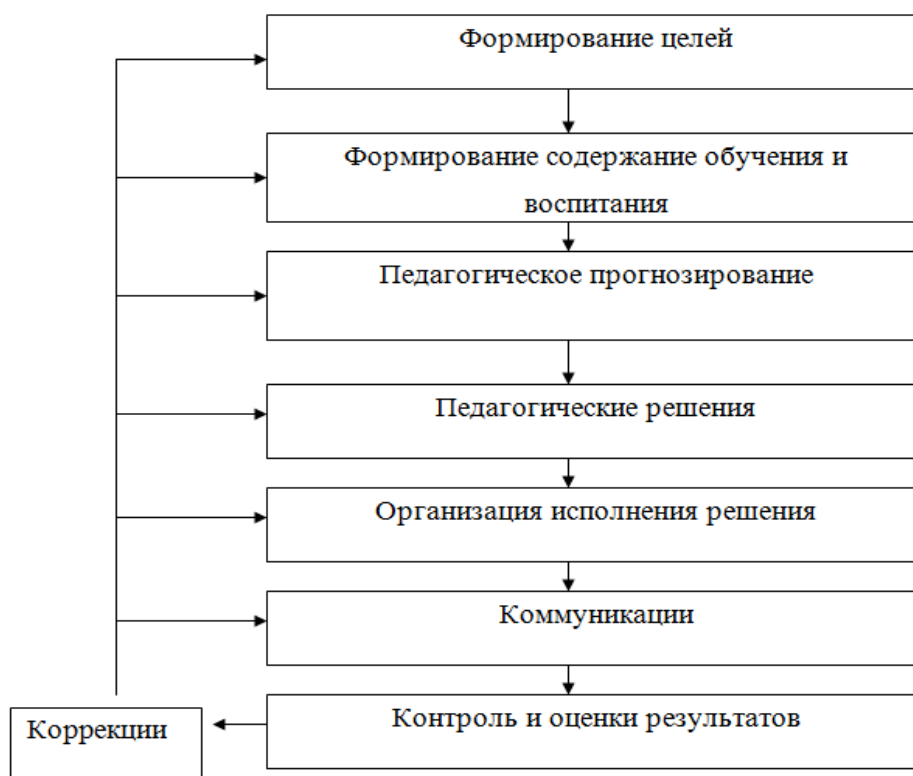


Рисунок. Функции педагогической системы ВУЗа ГПС

Формирование целей – это процесс проектирования личности обучающегося.

Содержание обучения и воспитания составляют учебные, воспитательные планы и программы, основывающиеся на Федеральном Государственном образовательном стандарте (ФГОС). В нем представлены общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, характеристика, виды, направления подготовки профессиональной деятельности выпускников, к которым они готовятся, требования к структуре программы, условиям ее реализации и результатам освоения.

Педагогическое прогнозирование заключается в составлении сценариев тактических и стратегических результатов обучения в конкретных условиях обстановки.

Педагогические способы и приемы, ориентированы на применение современных, прогрессивных методов подготовки обучающихся. В настоящее время наиболее широко развивается интерактивное обучение, в качестве которого выступают деловые игры, лабораторные работы, объектовые, комплексные занятия, командно-штабные учения и др. [2, 3].

Коммуникабельность в учебном процессе определяется всевозможными формами взаимодействия ППС с обучающимися. То же интерактивное обучение предполагает «живое» общение. Диалог производится и при обычных способах обучения, но по вертикали «ППС – обучающийся (группа)». При таком подходе он дополнительно включает горизонтальную составляющую: работу обучающегося в команде, с компьютером, сети, совместное обсуждение и решение проблемных вопросов, подготовку сценариев деловых игр, разработку соответствующих документов должностных лиц, практических работников подразделений ГПС МЧС России. В любом случае преподаватель всегда должен использовать передовые технологии обучения и выступать в роли «лидера» команды.

Деятельный подход помогает обучающимся быстрее адаптироваться к выполнению служебных обязанностей сотрудника ГПС МЧС после окончания обучения в ВУЗе. Личностный подход позволяет обучающемуся раскрыть свои внутренние, скрытые резервы, развить наиболее значимые качества, создать мотивацию для достижения тех или иных целей, работать самостоятельно и в тоже время, с учетом задач, выполняемых коллективом.

Личностный и деятельный способы образовательного процесса постоянно находятся в развитии, совершенствовании, что позволяет изменять исходные данные педагогических и воспитательных целей, в связи с изменяющейся обстановкой в результате воздействия различных факторов.

Контроль знаний, навыков и умений за период обучения осуществляется по конечному результату на рубежном контроле, при сдаче зачетов и экзаменов, написании и защите курсовых проектов.

Переход ВУЗов ГПС МЧС России на новые ФГОС, учебные программы, реализующие личностный и деятельный подходы в обучении, потребовал совершенствования контроля качества профессиональной подготовки специалистов (ККППС), т. к. традиционная методика оценки знаний обучающихся не отражает динамику воплощения данного подхода к обучению [4].

Определение функции и задач ККППС в ВУЗе ГПС, анализ и обобщение опыта его организации в отечественной и зарубежной высшей школе позволили осуществить постановку задачи по совершенствованию организации ККППС.

Назначение и главная цель функционирования педагогической системы состоит в объективной оценке степени соответствия или несоответствия уровня ПП специалистов установленным требованиям, а также состояния факторов учебно-воспитательного процесса, воздействия на которые можно обеспечить дальнейшее улучшение контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Специфика работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35). 2017. С.38-43.
2. *Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т.* Способы организации интерактивного обучения профессионально специальных дисциплин // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 1(34). 2017. С.42-46.
3. *Т.Т. Каверзнева, Н.А. Леонова, Н.В. Румянцева, И.Л. Скрипник.* Опыт проведения практических занятий в интерактивной форме по направлению «Техносферная безопас-

ность». Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 1: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). № 4 (5-1). 2017. С. 359-364.

4. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21). 2017. С.58-68.

УДК 37.018.4

В. А. Балабанов, С. В. Воронин, И. Л. Скрипник

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ВОПРОСЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ВУЗАХ МЧС РОССИИ

Рассмотрен анализ контроля качества профессиональной подготовки специалистов в ВУЗах ГПС. Проведен сравнительный анализ соответствия существующей организации контроля требованиям эффективного управления обучением.

Ключевые слова: контроль качества, показатели системы, профессиональная подготовка.

V. A. Balabanov, S. V. Voronin, I. L. Skrypnyk

THE ISSUES OF MONITORING THE QUALITY OF PROFESSIONAL TRAINING OF STUDENTS IN UNIVERSITIES OF EMERCOM OF RUSSIA

The analysis of quality control of training specialists in Universities, SBS. A comparative analysis of compliance of existing monitoring requirements for effective training management.

Keywords: quality control, performance system, training.

Для совершенствования системы контроля качества профессиональной подготовки специалистов в вузах МЧС России (ККППС) проведен сравнительный анализ соответствия существующей организации контроля требованиям эффективного управления обучением. Результаты анализа представлены в таблице.

Данные результаты позволяют сформулировать следующие направления совершенствования ККППС.

1. Оптимизация отбора учебного материала, подлежащего контролю периодичности и объективности оценки ККППС.

2. Интеграция контроля учебных дисциплин по видам и этапам подготовки [1].

3. Обеспечение полноты и достоверности информации о результатах практической деятельности обучающихся по итогам стажировок, определяемых рациональным составом показателей ККППС, эффективными методами, средствами измерения и анализа их оценок.

4. Агрегирование оценочной информации по уровням управления качеством подготовки специалистов.

5. Максимальное использование существующих элементов контроля ККППС.

6. Определение факторов учебно-воспитательного процесса, влияющих на ККППС и оценка степени данного влияния.

7. Широкое внедрение технических средств обучения, автоматизированных обучающих систем, компьютерных технологий и новых информационных способов для хранения, обработки, анализа и передачи информации о ККППС и состоянии факторов процесса обучения [2].

Выполнение указанных требований будет способствовать достижению цели ККППС – объективной и достоверной ее оценке.

Таблица. Сравнительный анализ соответствия существующей организации контроля требованиям эффективного управления качеством профессиональной подготовки специалистов

Требования к подготовке специалистов	Недостатки существующей организации контроля
а) Оценка качества профессиональной подготовки специалистов	
<ul style="list-style-type: none"> - рациональный отбор учебного материала, подлежащего контролю; - оптимальная периодичность контроля и количества контролируемых обучающихся; - объективность и достоверность оценки; - интеграция контроля по видам деятельности и этапам подготовки; - соответствие показателей качества подготовки целям обучения; - оценка ККППС несколькими категориями специалистов; - достижение целей профессиональной подготовки специалистов. 	<ul style="list-style-type: none"> - не везде присутствуют четкие рекомендации по объему, периодичности, формам и методам контроля; - слабая интеграция контроля между различными учебными дисциплинами, модулями обучения; - не в полной мере регламентирован контроль по видам деятельности и этапам подготовки; - состав показателей ККППС по результатам стажировки в подразделениях ГПС не всегда соответствует квалификационным требованиям (характеристикам) и компетенциям Федерального государственного образовательного стандарта; - самооценка ККППС руководящими документами не предусмотрена.
б) Сбор и обработка оценочной информации	
<ul style="list-style-type: none"> - обеспечение информацией всех уровней управления; - агрегирование информации по уровням управления; - использование вычислительной техники и новых информационных технологий при обработке информации. 	<ul style="list-style-type: none"> - не регламентированы необходимые каналы обеспечения информацией всех уровней управления ККППС; - не определен четкий порядок агрегирования информации; - недостаточное использование современного компьютерного оборудования с прогрессивным программным обеспечением.
в) Сравнение оценки с требуемыми результатами	
<ul style="list-style-type: none"> - наличие четко определенных критериев ККППС, механизма сравнения и аппарата контроля. 	<ul style="list-style-type: none"> - не всегда определены критерии оценки ККППС; - методики сравнения оценки ККППС с тре-

Требования к подготовке специалистов	Недостатки существующей организации контроля
	буемыми результатами требуют современного уточнения на основе новых нормативных и руководящих документов; - не для всех уровней управления определен, состав аппарата контроля.
г) Определение основных причин несоответствия ККППС требованиям системы ГПС	
- определение основных факторов, влияющих на ККППС; - оценка степени влияния данных факторов.	- не учитываются все факторы, входящие в модели и методики состояния учебно-воспитательного процесса.

Анализ системы ККППС в ВУЗах ГПС МЧС России позволил сформировать следующие выводы:

1. Уровень профессиональной подготовки выпускников не в полной мере соответствует их требованиям, компетенциям и квалификационной характеристики, особенно по пожарно-тактическим и пожарно-техническим дисциплинам.

2. Поэтапное рассмотрение процесса профессиональной подготовки обучающихся позволило заключить что, для достижения заданного качества и поддержания его на требуемом уровне необходимо осуществлять эффективное педагогическое управление всеми элементами системы профессиональной подготовки.

3. Анализ качества профессиональной подготовки позволил определить цели и задачи контроля и на их основе сформулировать целевую функцию - максимизацию оценки степени соответствия подготовки обучающихся требованиям ГПС, что возможно только при сочетании внутривузовского и внешнего контроля (по результатам стажировки в базовых подразделениях ГПС МЧС России).

4. Обобщение опыта отечественной и зарубежной высшей школы позволило выявить следующие перспективные направления совершенствования профессиональной подготовки обучающихся в ВУЗах ГПС МЧС России:

- оптимизация учебной, психологической и физической нагрузки обучающихся в период профессиональной подготовки;

- создание методического обеспечения профессиональной подготовки обучающихся, с использованием автоматизированных обучающих систем (АОС) и методики контроля их качества знаний;

- применение личностного и деятельностно-ориентированного подходов в период профессиональной подготовки обучающихся;

- использование инновационных технологий с современными техническими средствами обучения;

- постоянного поиска и внедрения достижений научно-технического прогресса.

Одним из оптимальных способов повышения качества обучения в ВУЗах выступают инновационные компьютерные технологии, в том числе АОС.

5. Сравнительный анализ требований эффективного управления существующей организацией контроля позволил сделать вывод о необходимости постоянного совершенствования системы контроля.

6. Выполненное обобщение результатов сравнительного анализа требований эффективного педагогического управления и существующей организации контроля, результатов анализа требований руководящих и нормативных документов по подго-

товке специалистов ГПС, опыта отечественной и зарубежной высшей школы позволило сформулировать задачу совершенствования профессиональной подготовки - максимизация степени совпадения желаемого результата обучения с фактическим, определение требований к совершенствованию организации контроля и состояния элементов профессиональной подготовки в ВУЗах ГПС МЧС России [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Развитие учебно-материальной базы кафедры как одна из составляющих образовательного процесса // Подготовка кадров в система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 1 июня 2017 года. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017, С. 257-261.

2. *Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т.* Способы организации интерактивного обучения профессионально специальных дисциплин // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 1(34). 2017. С.42-46.

3. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Взаимодействие профессорско-преподавательского состава кафедры с выпускниками // Система обеспечения пожарной безопасности. Состояние, тенденции, пути развития. Сборник статей и докладов научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 25-26 мая 2017 года. Санкт-Петербург, Военный институт (инженерно-технический), 2017, С. 222-227.

УДК 621.39 : 614.8

А. Е. Балашова, Н. Е. Егорова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Проведен анализ научно-технических разработок по предупреждению чрезвычайных ситуаций, действующих в РФ и США. Данный анализ позволяет определить степень прогресса в предупреждении и ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера в России и США.

Ключевые слова: разработка, информационная система, предупреждение, ликвидация, ЧС.

A. E. Balashova, N. E. Egorova

A REVIEW OF DOMESTIC AND INTERNATIONAL NEWS DEVELOPMENTS IN PREVENTION OF EMERGENCY SITUATIONS

The analysis of scientific and technical developments on prevention of the emergency situations operating in the Russian Federation and the United States have been carried out. This analysis

allows to determine the degree of progress in preventing and eliminating the consequences of natural and man-made disasters in Russia and the United States.

Keywords: development, information system, warning, liquidation, emergency situations.

Целью данной работы является анализ научных достижений и информационных разработок в системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации и Соединённых Штатах Америки.

Изучается концепция разработки мобильного приложения для координирования эвакуацией при пожаре в зданиях с большим количеством людей. Представлены и подтверждены данные по использованию мобильных информационных технологий в разных странах, возможности применения данных технологий для увеличения эффективности контроля эвакуации.

Предложено сокращенное описание действия приложения по контролю эвакуацией. Представлен «алгоритм мобильной эвакуации». Даны итоги исследования по установлению функциональности телефонов в условиях высоких температур. Показано, что опытные экземпляры долгое время сохраняют существенную функцию – возможность передачи сигнала, по которому возможно узнать местоположение человека.

Удобный интерфейс, понятный для широкого пользователя и определение и построение маршрута при следовании в точку назначения сыграет важную роль в случае возникновения ЧС. Учитывая группы людей с разной степенью мобильности, а также отдельно отмечая психологические особенности пожилых людей, которые могут в случае чрезвычайного положения затрудниться найти аварийный выход, можно предположить, что эвакуация людей в случае возникновения экстренного случая, даже при наличии управляющих систем и оповещения, вызывает серьезные трудности. На основе данной гипотезы аналитическое агентство «Nielsen» провело опрос жителей 10 стран, в том числе и в нашей стране, составило подробную статистическую картину уровней проникновения мобильных телефонов в жизнь людей этих стран в 2014 году (рис. 1).

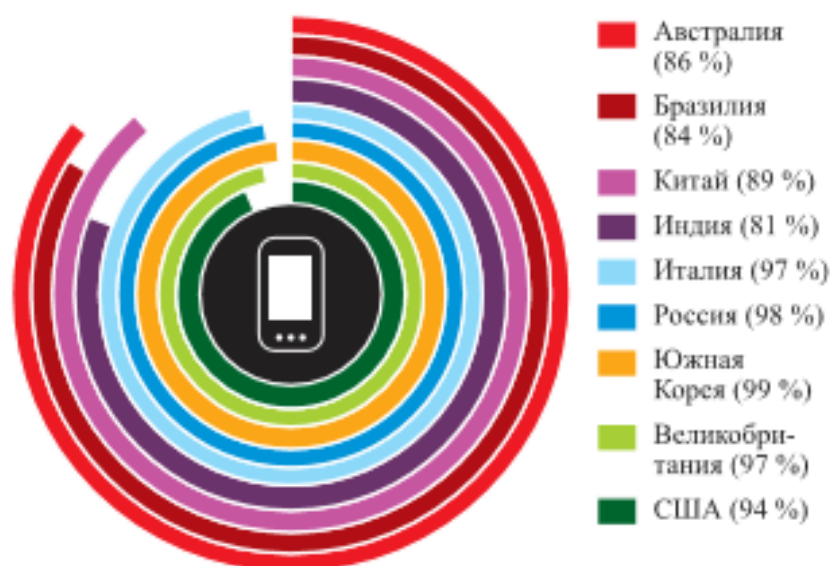


Рис. 1. Статистическая картина уровня проникновения мобильных телефонов в жизнь людей

«Алгоритм мобильной эвакуации» (см. рис. 2) реализуется следующим образом: при попадании человека на территорию объекта защиты и обнаружении его телефона (при наличии нашего приложения) будет выслано сообщение о необходимости загрузить план эвакуации и действия на случай экстренных обстоятельств. Такие сообщения – push - нотификации поддерживаются большинством мобильных операционных систем. Пользователь, получивший данное сообщение, запустит наше приложение, которое укажет план эвакуации и алгоритм действия по каналам связи (GSM или Wi-Fi).



Рис. 2. Интерфейс мобильного приложения по контролю за эвакуацией

Преимущества системы локального позиционирования представлены на рис. 3.

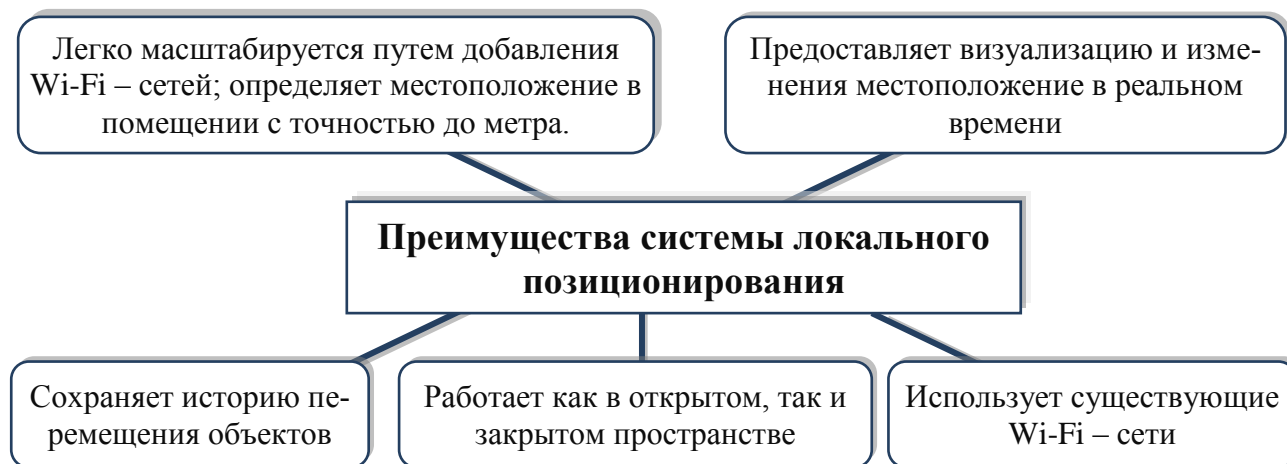


Рис. 3. Преимущества системы локального позиционирования

Отдельно стоит отметить, что существует требуемое время эвакуации людей при пожаре, которое определяется на основании математических расчетов и построения специальных моделей [1].

На основе предыдущего эксперимента, в России также рассмотрена идея создания приложения «Мобильный спасатель» [2], содержащее в себе подробные действия по спасанию людей и оказанию первой помощи пострадавшим (рис. 4).

Следующей научно-технической разработкой можно назвать квадрокоптер «NIXIE» для разведки пожара (рис. 5). Дрон - квадрокоптер Nixie стал первым устройством, чья конструкция очень гибкая и складывается в наручный браслет и носится на запястье. Он может взлетать, снимать окружающую местность. Перед запуском Дрона камеру на нем необходимо направить на объект, а затем, по заверению разработчиков, он уже сам будет держать предмет в кадре. Потребуется только поймать квадрокоптер, когда тот подлетит близко, и надеть его на запястье.



Рис. 4. Интерфейс мобильного приложения «Мобильный спасатель»



Рис. 5. Дрон - квадрокоптер Nixie

Итак, в настоящее время важную роль в снижении тяжести последствий от пожара путем его раннего обнаружения и оперативной передачи сообщения о нем, играют специально разрабатываемые информационные и технические средства. Подобные разработки широко ведутся как отечественными учеными, так и их зарубежными коллегами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонов В.С., Минкин Д.Ю., Терехин С.Н., Юшеров К.С. Использование информационных систем оповещения и управления эвакуацией при пожаре на объектах с массовым пребыванием людей // «Пожаровзрывобезопасность» 2016, №12. С. 37-45.
2. Зыков В.И., Поляков Ю.А., Федоров А.В., Кошкин В.В. Беспроводные системы мониторинга и оповещения населения о пожарах и чрезвычайных ситуациях // «Пожаровзрывобезопасность» 2016, №10. С. 67-73.

УДК 004.4 : 004.92 : 744.4

А. А. Бойков

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОВЕРКИ РЕШЕНИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОМЕТРИИ

В статье рассматриваются подходы к созданию системы компьютерной проверки решений задач, связанных с созданием компьютерных геометрических моделей по заданным условиям, на основе ее функциональной модели.

Ключевые слова: компьютерная проверка решений, электронная модель, электронный чертеж.

A. A. Boykov

ANALYSIS OF THE WAYS TO CREATING OF THE SYSTEM OF COMPUTER VERIFYING OF ENGINEERING GEOMETRY OBJECTIVES SOLUTIONS

In the paper the ways to creating of the system of computer verifying of the solutions of the objectives associated with the construction of the electronic geometric models are examined.

Keywords: computer verifying of the solution, electronic geometric model, computer drawing.

Ключевую роль в развитии промышленности в настоящий момент играет использование информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла изделия, что предъявляет особые требования к качеству электронных моделей [1], в частности, к их геометрической составляющей. Согласно исследованию, проведенному в [2], при использовании несвязанных систем геометрического моделирования 2-го рода стирается принципиальная грань между трехмерными геометрическими моделями и трехмерными моделями в виде набора плоских изображений (чертежами), что позволяет рассматривать единообразно плоские и трехмерные электронные геометрические модели под общим понятием *конструктивных геометрических моделей* (КГМ). Рассматривая с общих позиций необходимость обеспечения качества таких моделей, можно сделать вывод об актуальности задачи компьютерного контроля их качества. Под качеством КГМ понимается, в общем случае, соответствие моделей некоторым наперед заданным условиям. Задачи, связанные с созданием КГМ по некоторым условиям, будем называть *конструктивными задачами инженерной геометрии*.

Анализ процесса проверки электронных чертежей и моделей человеком позволил создать эвристическую модель процесса проверки [3] и на ее основе – функциональную модель системы компьютерной проверки (рис. 1).

Каждую из функций может выполнять самостоятельная программа (или несколько) либо одна программа выполняет все функции; возможны также промежуточные комбинации. С учетом того, что отдельные компоненты могут размещаться на одном или нескольких, соединенных в сеть компьютерах, можно выделить следую-

щие подходы к созданию системы компьютерной проверки (рис. 2). Их сравнительная характеристика приведена в таблице. Ниже даны их общее описание и примеры программ, реализующих данный подход.

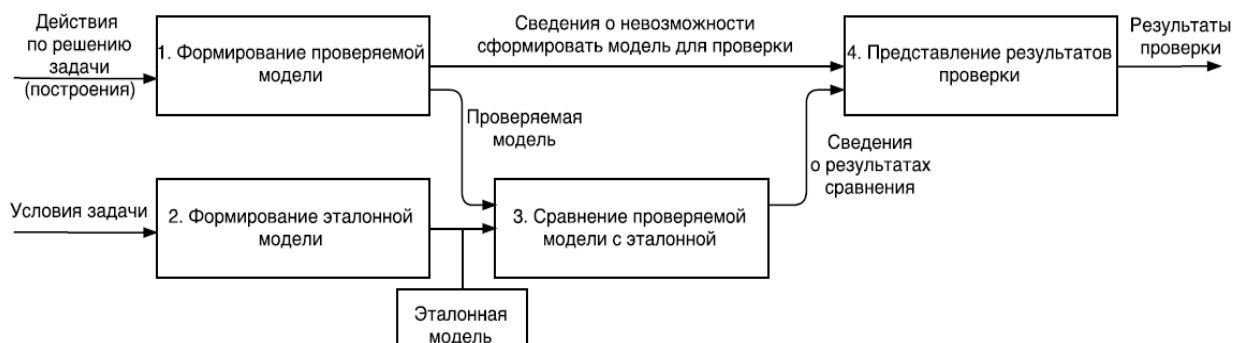


Рис. 1. Функциональные блоки системы компьютерной проверки



Рис. 2. Подходы к созданию системы компьютерной проверки

Таблица. Сравнение подходов к организации компьютерной проверки

Критерий сравнения	Подходы							
	Группа 1			Группа 2				
	1.1.1	1.1.2	1.2	2.1.1	2.1.2	2.2.1	2.2.2	2.2.3
Доступность всех инструментов САПР для решения задачи	+	-	+	+/-	+	-	-	-
Необходимость в использовании специальных приемов моделирования, блоков, комбинаций объектов	+	-	+	-/+	+	-	-	-

Критерий сравнения	Подходы							
	Группа 1			Группа 2				
	1.1.1	1.1.2	1.2	2.1.1	2.1.2	2.2.1	2.2.2	2.2.3
Необходимость в создании геометрического редактора	-	+	-	-/+	-	+	+	+
Необходимость в создании модулей конвертации и связанные с ней ограничения	-	-	+	-	+	-	-	-
Доступность инструментов решения в удаленном режиме	-	-	-	-	-	+	+	+
Доступность инструментов проверки решения в удаленном режиме	-	-	-	+	+	+	+	+
Необходимость в установке пользователям специального ПО или САПР	+	+	+	+	+	-	-	-
Изолированность модуля проверки от удаленного сервера	Не доступно			-	-	+	-	-

Подходы 1.1 и 1.2 различаются тем, реализуются функции формирования и проверки решения одной программой или разными. В широком смысле их можно считать базовыми. Выделение группы 2 связано с разделением функций формирования и проверки решения между компьютерами сети, в результате чего возможности проверки решений некоторого класса задач становятся доступны всем пользователям сети. Выделение подгруппы 2.2 связано с развитием программ-браузеров, которые предоставляют все более широкие возможности внедрения профессиональной деятельности в интернет-среду.

Для подхода 1.1.1 характерно, что создание модели (функции геометрического редактора) и ее проверку, выполняет САПР общего назначения. При этом возможны два варианта: а) инструменты проверки являются «родными» для САПР («нормоконтроль» *AutoCAD*, «проверка геометрии» *ADEM*, *Check-Mate NX* и др.); б) инструменты проверки «надстроены» в виде модуля или сценариев и расширяют возможности САПР (модули *LEDAS* [4], сценарии [5] и др.).

Главным достоинством подхода 1.1.1 является широкий набор инструментов, предоставляемый САПР, и тот факт, что пользователь остается в привычной графической среде. Его главный недостаток – необходимость в специальных приемах моделирования при решении особых классов задач и, как следствие, усложнение компьютерной проверки решений.

Главным преимуществом подхода 1.1.2 является возможность достичь точного соответствия набора объектов, используемых в решении, набору объектов, используемых в эталоне, что значительно упрощает как решение задач данного класса, так и выполнение компьютерной проверки (САПР *EnergyCS*, программа *DrawCAD* [6] и др.). Его недостатком является трудоемкость создания, фактически, нового геометрического редактора, необходимость обучения пользователей приемам работы, дублирование функций имеющихся систем.

Граница между подходами 1.1.1 и 1.1.2 условна: «специальный» геометрический редактор по мере расширения набора инструментов, приближается к САПР общего назначения. И, наоборот, добавление пользовательских модулей или сценариев для проверки решений некоторых задач, придает САПР черты «специальной», так как функции проверки всегда ограничены.

Достоинством подхода 1.2 является его независимость от формата конкретной САПР, которая достигается преобразованием проверяемого файла во внутренний формат системы проверки (например, система *CompareVidia* [7]). Создание нового редактора в этом случае не требуется, но требуются модули для конвертации форматов и недостатки подхода 1.1.1 остаются справедливыми.

Подход 2.1.1 подобен группе 1.1. В частности, такая система может быть создана на базе САПР, дополненной сценариями или модулями, осуществляющими отправку решения на удаленный сервер для проверки. Подход 2.1.2 подобен 1.2, но распространяет возможности проверки на всех пользователей сети (проверка *DXF*-чертежей в [3]).

Для группы 2.2 справедливы общие преимущества: решение задач и проверка доступны всем пользователям сети и не требуют установки на их компьютеры специального ПО или САПР, инструменты редактора точно соответствуют классу решаемых задач, что упрощает решение и проверку, – и все недостатки подхода 1.1.1. Примерами служат образовательные программы [8–9]

Подходы группы 2 имеют важное достоинство – система проверки (в случае 2.2 – и геометрический редактор) присутствует в виде единственной, доступной всем пользователям, копии *самой последней* версии. Создание удаленных средств решения задач и проверки решений приобретает особую актуальность в контексте развития так называемых «облачных» технологий.

Таким образом, были рассмотрены различные подходы к созданию системы компьютерной проверки конструктивных задач инженерной геометрии. Создание такой системы востребовано как в проектных, так и в образовательных (в том числе тренировка сотрудников, работающих с САПР) целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пащенко О. Б., Серебрякова И. Л. Метод контроля качества электронной модели машиностроительного изделия с использованием информационных технологий // Инженерный вестник. 2014. №12. С. 125–130.
2. Ротков, С. И. Разработка методов и средств геометрического моделирования и компьютерной графики пространственных объектов для CALS-технологий : дисс. докт. техн. наук: 05.01.01. Н. Новгород, 1999. 280 с.
3. Бойков А. А. Автоматизация проверки инженерно-графических заданий // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. Пермь, 2016. Т. 1. С. 99-120.
4. LEDAS Geometry Comparison [Электронный ресурс]. URL: http://ledas.com/ru/products/geometry_comparison/
5. Шмуленкова Е. Е. Автоматизированная проверка и корректировка фрагментов изображений сборочных чертежей печатных плат. Омский научный вестник. 2010. № 2 (90). С. 193–196.
6. Задруцкий, С. А. и др. Решение задач по начертательной геометрии с применением ПЭВМ (программа DrawCAD). Минск: БГУИР, 2006. 52 с.
7. Щеляев, А. TECIS CompareVidia: валидация цифровой модели изделия [Электронный ресурс]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17448
8. Isotani, S. Brandao L.O. An algorithm for automatic checking of exercises in a dynamic geometry system: iGeom // Computers & Education. 2008. Vol. 51. pp. 1283–1303.

9. Анучин И. А., Бойков А. А., Козлов Е. Г. Инструментальные средства обеспечения верифицируемости инженерно-графических задач // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов. Иваново, 2016. С. 262-264.

УДК 004.4 : 004.92 : 744.4

А. А. Бойков, А. А. Варфоломеева, Ф. С. Идрисова, В. Р. Пентюрина

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина

О СОЗДАНИИ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОМЕТРИИ

В статье обосновывается необходимость создания библиографической системы в области инженерной геометрии. Приводится информационная модель системы, критерии отбора информационных ресурсов и основные этапы создания системы.

Ключевые слова: инженерная геометрия, труды, библиографическая система.

A. A. Boykov, A. A. Varfolomejeva, F. S. Idrisova, V. R. Pentjurina

CREATING OF THE BIBLIOGRAPHIC SYSTEM OF PUBLICATIONS ON ENGINEERING GEOMETRY

The article substantiates the necessity of creating a bibliographic system for engineering geometry. The information model of the system, the criteria for selecting information resources and the main stages of the system creation are given.

Keywords: engineering geometry, publications and proceedings, bibliographic system.

Инженерная (прикладная) геометрия – комплексная дисциплина, включающая элементы начертательной и аналитической геометрии, инженерной графики и вычислительной математики, номографии и др. [1, 2]. Отечественная прикладная геометрия достигла высоких результатов в вопросах теории, методики и создания алгоритмов построения геометрических моделей объектов, явлений реального мира, технологических процессов и т. д. Об этом свидетельствует тематика и научный уровень публикаций в выпусках научно-технического сборника «Прикладная геометрия и инженерная графика» (Киев, 1965-1991), сборника трудов семинара «Кибернетика графики» МАИ (1964-1978) и др. Однако, в результате вытеснения в промышленности и метро-графическом образовании отечественных разработок зарубежными САПР, многие из прежних достижений оказались невостребованы и забыты. Одним из негативных факторов следует считать информационную недоступность отечественных разработок – сборники трудов и некоторые монографии можно найти в областных библиотеках в единичном экземпляре, некоторые – только в крупнейших городах. Имеющаяся в сети Интернет информация – разрозненна, это – либо сведения о наличии сборника в какой-то библиотеке без его содержания, либо ссылки на отдельные публикации в статьях и диссертациях. Для современного состояния сети Интернет,

это – все равно что полное отсутствие информации. Сказанное позволяет сделать вывод об актуальности создания библиографической базы трудов по инженерной геометрии.

Информационная модель включает следующие сущности – публикация (статья, монография, диссертация и др.), издание (книга, журнал), серия изданий, персона (автор, научный руководитель, оппонент и др.), библиографическая ссылка, организация (вуз, издательство), научная встреча (конференция, семинар), цикл научных встреч. Информационные связи между перечисленными элементами информационной модели приведены на рисунке (двунаправленные стрелки показывают возможность прямого и обратного перехода).

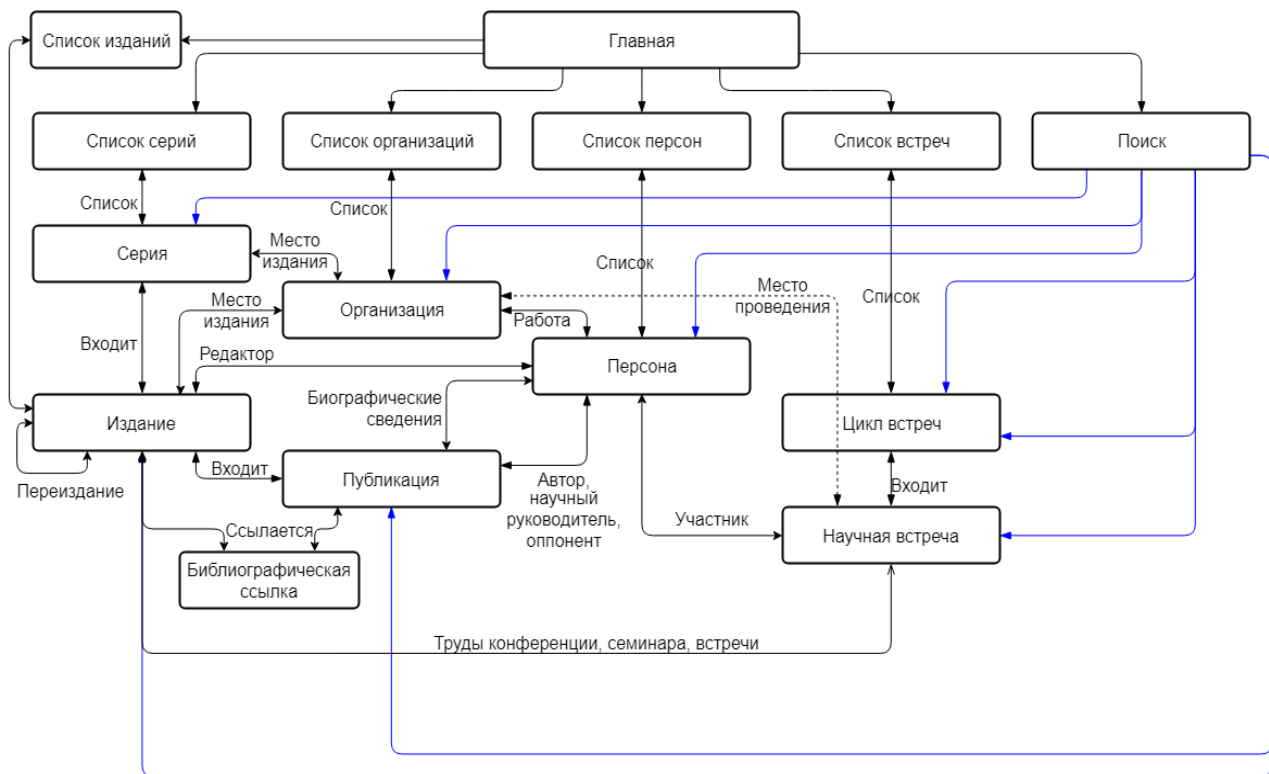


Рисунок. Информационная модель библиографической системы

Вводятся следующие классы полноты сведений: зарегистрирован, внесен, заполнен, проверен, достоверен. Информация о публикации включает ее название, список авторов – класс «зарегистрирован»; список рецензентов, руководителей, оппонентов и пр., УДК, реферат (аннотацию) – класс «внесен»; ключевые слова, главы и разделы, ссылки – класс «полон».

Информация об издании включает название – класс «зарегистрирован»; место и год издания, число страниц, сведения о серии – класс «внесен»; реферат (аннотацию), содержание, тираж – класс «полон».

Информация о ссылке включает текст ссылки (как в публикации), Интернет-адрес (для электронных публикаций), издание и, собственно, публикация (например, сборник и статья в нем). Для ссылок классы полноты не вводятся.

Класс «проверен» присваивается после сверки сведений с бумажным оригиналом, ксерокопией или цифровой копией оригинала. Класс «проверен» может быть присвоен вносящим. Класс «достоверен» может быть присвоен только после независимой повторной сверки.

Как отмечалось выше, инженерная геометрия – комплексная дисциплина, и требуется четко сформулировать критерии, согласно которым публикация, издание, персона могут или должны быть включены. Введем понятие *профильной* (инженерно-геометрической) публикации. Чтобы публикация считалась профильной она должна, в целом, соответствовать определениям из [1, 2] (паспорту специальности 05.01.01). *Смежной* является непрофильная публикация, посвященная вопросам геометрии, вычислительной или дискретной математики, кибернетики, практическому применению математических моделей. Профильным является издание, более чем на 50 % состоящее из профильных публикаций. Профильным является автор, более чем 50 % (но более 2) собственных публикаций которого профильные. Профильные публикации, издания, авторы *должны быть* внесены. *Могут быть* внесены непрофильные публикации в профильных изданиях и профильных авторов, *могут быть* внесены непрофильные авторы и издания, имеющие или содержащие хотя бы одну профильную или смежную публикацию. Внесение непрофильных публикаций, изданий, авторов носит инициативный характер и оставляется на выбор вносящего.

Запланированы следующие этапы работы над системой (таблица).

Таблица. Этапы работы над библиографической системой

№ п/п	Техническая часть	Информационная часть
1.	Создание реляционной БД для хранения массивов данных информационных сущностей и связей между ними. Реализация функций добавления, обновления, проверки целостности данных	Внесение содержания основных периодических изданий по прикладной геометрии за период с 1950 – 1990 гг.
	Основной итог: реестр профильных авторов.	
2.	Создание витрин данных с возможностью простого поиска, реализация функций обработки списков публикаций и ссылок	Обработка ссылок внесенных публикаций. Внесение дополнительных публикаций и изданий.
	Основной итог: связанная система ссылок между публикациями	
3.	Реализация функций расширенного поиска, словарей, индексов, ключевых слов и т. п.	Внесение сведений о диссертациях и авторефератах
	Основной итог: система преимущества и связей научных школ	
4.	Реализация функций пользовательского участия – реклама новых изданий, встреч, пользовательские аннотации и классификации	Обработка ссылок из диссертаций и монографий

Автор [2] прогнозирует дальнейшее развитие инженерной геометрии в направлении развития методов создания качественных математических моделей, адекватных моделируемым объектам и процессам, за счет более глубокого развития ее теоретических вопросов. Например, стали появляться системы конструктивного геометрического моделирования [3], а разработчики САПР стали проявлять к ним интерес. Информационная система, адекватно отражающая основные области инженерной геометрии и связи между ними в историческом и содержательном аспекте, может сыграть ключевую роль в этом процессе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Четверухин Н. Ф. Прикладная геометрия и некоторые вопросы ее развития // Прикладная геометрия и инженерная графика. Киев, 1969. Вып. 8. С. 3–6.
2. Иванов Г. С. Теоретические основы начертательной геометрии. М: Машиностроение, 1998. 158 с.
3. Бойков А. А. Основные направления реорганизации курса графических дисциплин в условиях компьютеризации учебного процесса // Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 427–431.

УДК 514.1 : 004.921

А. А. Бойков, Д. А. Малахов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина

ТОЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПАРАБОЛЫ В САПР «КОМПАС-3D» ПРИ ПОМОЩИ КРИВОЙ БЕЗЬЕ

Показывается метод построения сегмента кривой Безье, являющегося точным представлением дуги параболы; приводятся алгоритмы построения парабол для разных случаев определителей и примеры их применения.

Ключевые слова: автоматизация проектирования, САПР, Компас-3D, парабола, кривая Безье.

A. A. Boykov, D. A. Malakhov

PARABOLA PRECISE REPRESENTATION USING BEZIER-CURVE OF THE PROGRAM «KOMPAS-3D»

In the paper the way of the construction of 3-point segment of Bezier-curve for the precise represent of parabolic arc is shown. Constructive algorithms for the construction different way determined parabolas and their application are examined.

Keywords: computer aided design, CAD, Kompas-3D, parabola, Bezier-curve.

Кривые второго порядка (КВП), в частности, параболы находят широкое применение в проектировании [1, 2]. В современных САПР, однако, инструментов для создания КВП, кроме эллипсов, нет. Возможно их создание как параметрических кривых, но это требует расчета коэффициентов уравнений. Представляет очевидный интерес разработка конструктивных (не требующих вычислений) алгоритмов построения КВП. В статье рассматриваются вопросы построения дуги параболы при помощи инструментов САПР «Компас-3D».

Известны графические способы построения точек и касательных параболы [3, 4]. На рис. 1, а показан графический способ (*способ 1*) построения произвольного числа точек параболы, заданной своей вершиной (P), направлением оси и произволь-

ной точкой (A); на рис. 1, б – графический способ (*способ 2*) построения произвольного числа касательных к параболе, заданной парой своих точек A и B и касательными в них (инженерный способ – задание треугольником AQB).

Экспериментальным путем установлено, что кривая Безье, проведенная через вершины равнобедренного треугольника (APB), как показано на рис. 2, а (будем называть такой способ – заданием *равнобедренным треугольником*), является точным представлением дуги параболы (рис. 1, а), хотя в машинном представлении состоит из двух гладко соединенных кривых (рис. 2, а внизу). Покажем, что точки этой дуги являются точками некоторой параболы, а касательные – ее касательными.

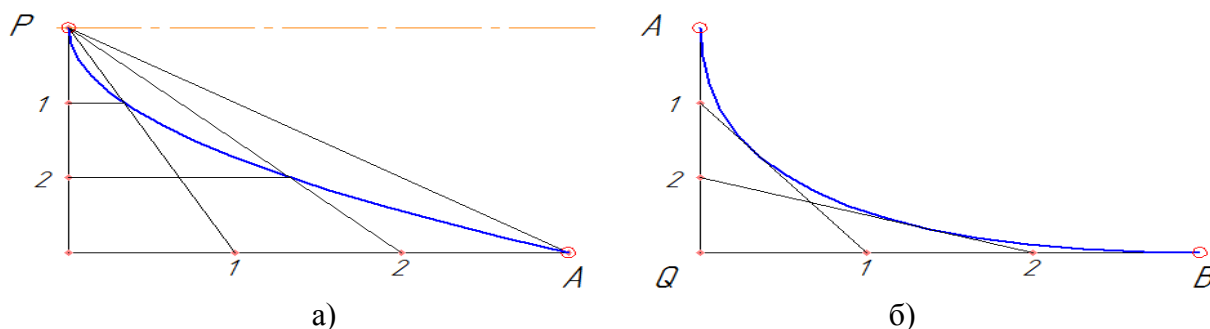


Рис. 1. Графические способы построения точек и касательных параболы

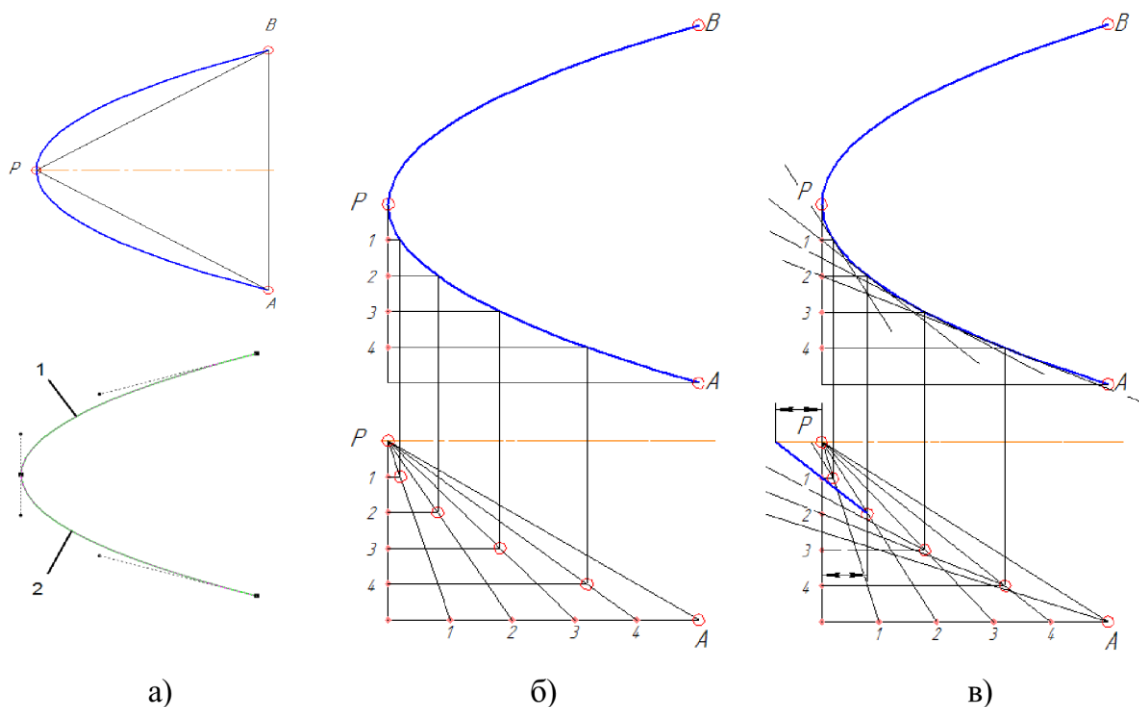


Рис. 2. Представление дуги параболы дугой кривой Безье

Если построить некоторое число точек параболы (способ 1) и точек пересечения кривой Безье с горизонтальными отрезками 1–4, то легко проверить, что соответствующие точки кривой Безье и параболы совпадают (рис. 2, б). Если построить касательные в точках параболы, пользуясь известным способом [3], а в точках кривой Бе-

зьё – при помощи команды редактора (рис. 2, в), легко проверить, что соответствующие прямые попарно параллельны (углы равны 0°). Проверку можно повторить для любого равнобедренного треугольника, любого числа точек и касательных. Таким образом, в пределах вычислительной точности САПР «Компас-3D» дуга кривой Безье точно представляет дугу параболы и ее можно использовать в пересечениях, построении касательных и др.

Следует иметь в виду, однако, что построение точек пересечения кривой Безье с прямыми, близкими к касательным, компьютерная программа выполняет с погрешностями. Так, если через точку касания кривой и прямой построить новую касательную и измерить угол между новой касательной и исходной, то, как показывают эксперименты, угол может принимать значения $0^\circ-0,0002^\circ$.

Согласно теории параметризации [5] парабола требует задания четырех геометрических параметров (точек или касательных). Дуга, определяемая равнобедренным треугольником, то есть вершиной (параметрическое число 2), точкой (параметрическое число 1) и направлением оси (параметрическое число 1), см. способ 1, позволяет задать на чертеже любую параболу, в отличие от дуги, проведенной через три произвольные точки (три параметра).

Таблица. Варианты определителей параболы

Код	Номер алгоритма и краткое описание вариантов определителя
p_0p_0	1. Вершина и фокус.
p_0t_0	2. Фокус и директриса. 3. Вершина и директриса.
p_0pp	4. Вершина и две точки. 5. Фокус и две точки. 6. Вершина, точка и направление оси. 7. Фокус, точка и направление оси.
p_0pt	8–9. Вершина, точка и касательная (в точке или нет). 10–11. Фокус, точка и касательная (в точке или нет). 12–13. Вершина или фокус, касательная и направление оси.
p_0tt	14. Вершина и две касательные. 15. Фокус и две касательные.
t_0pp	16. Директриса, две точки.
t_0pt	17–18. Директриса, точка и касательная (в точке или нет).
t_0tt	19. Директриса и две касательные.
$pppp$	20. Четыре точки. 21. Три точки и направление оси.
$pppt$	22–23. Три точки и касательная (в одной из них или нет). 24–25. Две точки, касательная (в одной из них или нет) и направление оси.
$pptt$	26. Две точки и две касательные в них (инженерный способ). 27–28. Две точки, две касательные (в одной из точек или нет). 29–30. Точка, касательная (в точке или нет), вторая касательная и направление оси.
$pttt$	31–32. Точка, касательная (в точке или нет) и еще две касательные. 33. Три касательные и направление оси
$tttt$	34. Четыре касательные

Для использования параболы при решении задач необходимо создать алгоритмы построения определяющего равнобедренного треугольника (вершины, направления оси и точки) для других видов определителей (таблица). Коды составлены, как показано в [6]: p – прохождение через точку, t – касание прямой, p_0 – особая точка (вершина, фокус), t_0 – особая прямая (директриса). Направление оси рассматривается как прохождение через несобственную точку (p). Рассмотрим подробнее некоторые алгоритмы и дополнительные построения [4, 7, 8]:

- а) построение фокуса F и директрисы m параболы, заданной равнобедренным треугольником APB (рис. 3, а);
- б) построение треугольника APB и параболы, если известны ее фокус F и директриса m (рис. 3, б); вершина – середина отрезка FF' (алгоритмы 1–3);
- в) построение дуги параболы $A'PB'$, если дана дуга APB (рис. 3, в);
- г) построение фокуса F и вершины P параболы, заданной инженерным способом (рис. 3, г–д) (алгоритмы 26, 14, 15);
- д) построение инженерного треугольника AQB для направления оси i , точки A , касательной t в ней и еще точки или касательной (алгоритмы 24 и 29).

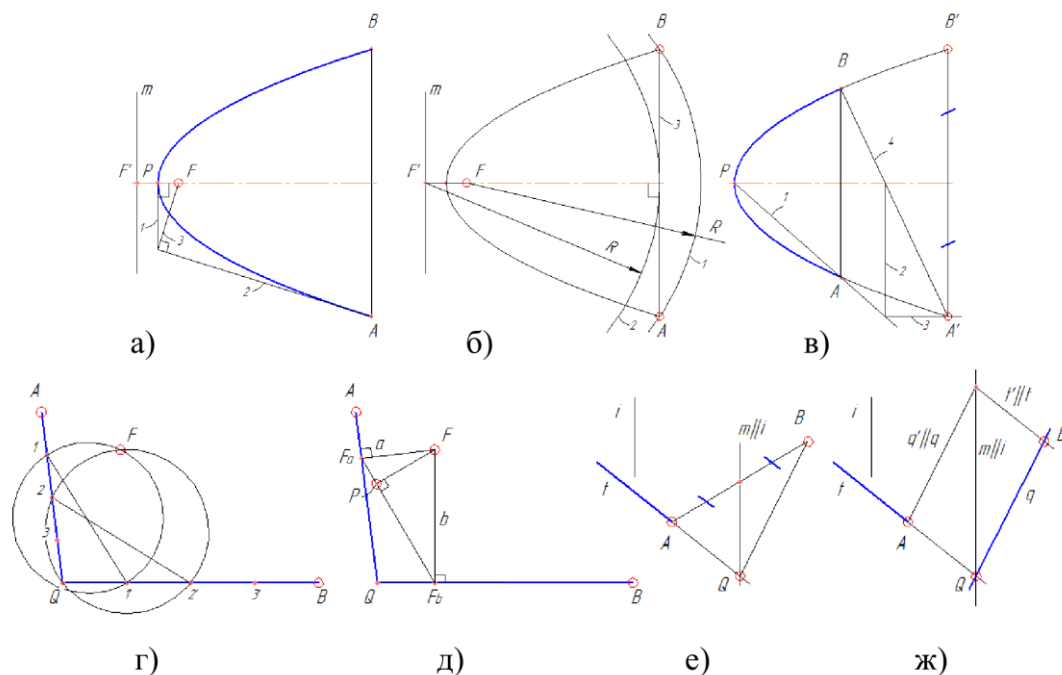


Рис. 3. Построение элементов парабол

Построение (г) показывает, что для нахождения фокуса (и вершины) параболы достаточно знать четыре ее касательные. Приведение некоторых часто встречающихся на практике определителей параболы к алгоритму 26 на основе теорем Паскаля и Брианшона рассмотрено в [8].

Возможность точного построения параболы в эскизах при моделировании и на чертежах открывает целый ряд возможностей – построение тел, ограниченных параболическими поверхностями (рис. 4), построение гладких обводов и сопряжений, выполнение расчетов графическим способом и др.

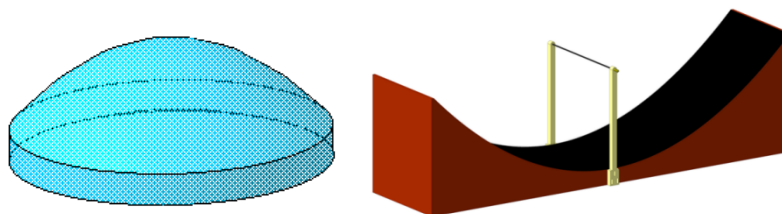


Рис. 4. Примеры трехмерных моделей с параболическими поверхностями

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров Э. В., Нартова Л. Г. Конструктивная геометрия. М., 2012. 160 с.
2. Вертинская Н. Д. Математическое моделирование многофакторных и многопараметрических процессов в многокомпонентных системах на базе конструктивной геометрии. Иркутск, 2009. Ч. 1. 230 с.
3. Беккер Г. Геометрическое черчение. Берлин–Рига: Наука и жизнь. 136 с.
4. Извольский Н. А. Синтетическая геометрия. М.: Учпедгиз, 1941. 132 с.
5. Рыжов Н. Н. Параметрическая геометрия. М.: МАДИ, 1988. 56 с.
6. Бойков А. А. Элементы исчислительной геометрии как основа в разработке геометрического редактора // Энергия-2016: Материалы конференции. Т. 5. Иваново, 2016. С. 161–162
7. Обухова В. С. Алгоритмы автоматизированного перехода к инженерному способу задания параболы // Прикладная геометрия и инженерная графика. Киев: Будивельник, 1982. Вып. 33. С. 114–118.

УДК 614.849

А. Н. Бочкарев

Московский государственный технический университет гражданской авиации

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ
ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ГРАЖДАНСКИХ АЭРОДРОМАХ**

В данной статье будут рассмотрены вопросы инженерно-технического обеспечения, методы и средства противопожарного обеспечения ВС при наземном обслуживании на гражданских аэродромах.

Ключевые слова: пожарный, пожар, аэродром, пожарная техника.

A. N. Bochkarev

**ACTUAL ISSUES OF ENGINEERING AND TECHNICAL TRAINING OF FIRE
AND RESCUERS FOR FIRE SAFETY AT CIVIL AIR AERODROMES**

This article will consider the issues of engineering support, methods and means of firefighting of aircraft during ground handling at civil airfields.

Keywords: fireman, fire, airfield, fire fighting equipment.

Пожарные и спасатели при проведении работ на гражданских аэродромах должны учитывать определенную специфику их работы. Противопожарное обеспечение полетов ВС включает несколько самых важнейших направлений, в первую очередь это:

1. Противопожарное обеспечение непосредственно воздушных судов.

2. Противопожарное обеспечение самих гражданских аэродромов, при обслуживании ВС.

Рассмотрим вопросы инженерно-технического обеспечения, методы и средства противопожарного обеспечения ВС при наземном обслуживании на гражданских аэродромах. Их определяют по количеству взлетов–посадок, по типам ВС, которые может принимать аэропорт, по степени готовности аварийно–спасательных подразделений и их оснащённости.

В соответствии с требованиями международной организации гражданской авиации (ИКАО) за расчетный параметр принимается площадь практической критической зоны, которая связана с линейными размерами пассажирского самолета.

Категория аэропорта	Длина самолета, м	Категория аэропорта	Длина самолета, м
1	0-9	6	28-39
2	9-12	7	39-49
3	12-18	8	49-61
4	19-24	9	61-76
5	24-28		

Следовательно, численный состав СПАСОП, количество техники и огнетушащих средств должны соответствовать категории аэропорта.

Все практическое противопожарное обслуживание ВС на аэродромах возложено на Службу поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов (далее - СПАСОП).

Аварийно-спасательная команды (далее - АСК) СПАСОП в аэропорту состоят как правило из сменных аварийно-спасательных команд, основной задачей которых является спасание пассажиров и членов экипажей, ценного оборудования и груза, а также авиационной техники при авиационных происшествиях, проведение аварийно-спасательных работ при возникновении чрезвычайных ситуаций на объектах аэродрома.

В состав сменных аварийно-спасательных команд входят штатные и нештатные расчёты структурных подразделений аэропорта и других организаций, обеспечивающих производственную деятельность в аэропорту.

Штатные расчёты сменной АСК состоят из начальника команды — руководителя тушения пожара и сменных пожарно-спасательных расчетов (ПСР), общей численностью 48 - 120 человек личного состава, по 12 - 25 человек в смену, например, если рассматриваем, 6 и 9 категории аэропорта по урону требуемой противопожарной защиты (далее - УТПЗ) с задачами:

- обеспечение спасания пассажиров и членов экипажа при авиационных происшествиях и тушение возникших при этом пожаров;
- обеспечение пожарной безопасности при эвакуации ВС;
- осуществление в составе НПСГ наземного поиска потерпевшего бедствие ВС и проведения аварийно-спасательных работ;
- противопожарное обеспечение, спасание людей и тушение пожаров на наземных объектах аэропорта;
- проведение аварийно-спасательных работ при возникновении других видов чрезвычайных ситуаций на территории аэропорта.

Пожарная техника, аварийно-спасательное оборудование, пожарно-техническое вооружение и личный состав пожарно-спасательных расчетов (ПСР) должен дислоцироваться на аварийно-спасательных станциях, в постоянной отобилизованной готовности.

На вооружении ведомственной пожарной охраны СПАСОП, при 6 категории аэропорта по УТПЗ, должна иметься, например, следующая пожарная и аварийно-спасательная техника:

Таблица 1. Суммарное количество сил и средств, необходимых для 6 категории аэропорта по УТПЗ

№ п/п	Тип автомобиля	Место базирования	Количество литров воды	Количество литров пенообразователя
1	АА-60 (7313)	АСС	12000	900
2	АА-8,0 (30-60)	АСС	7500	500
3	АА-8,0 (30-60)	АСС	7500	500
4	АЦ-40	АСС	7500	500
5	УАЗ-3909	АСС	-	-

Членность СПАСОП для организации круглосуточной работы, при 9 категории аэропорта по УТПЗ, как правило должна составлять 100-120 человек, в том числе сменные пожарно-спасательные расчеты из расчета 25-30 человек в каждую дежурную смену (с учетом отпуска, больных, находящихся на учебе спасателей).

При 9 категории аэропорта по УТПЗ на аэродроме должны находиться: базовая аварийно-спасательная станция (БАСС) и две-три стартовые аварийно-спасательные станции (САСС).

Для наблюдения за взлетом и посадкой ВС на САСС-1 должен иметься наблюдательный пункт, а на САСС-2 или САСС-3 – резервный наблюдательный пункт. Схема размещения пожарных автомобилей разрабатывается из нормативов времени прибытия первого расчета для тушения возможного пожара на ВС (3 мин согласно отечественных нормативов и 2 мин. согласно документов ИКАО).

Если, например, ВПП-1 и ВПП-2 присвоена девятая категория по уровню требуемой противопожарной защиты (УТПЗ), предполагающая наличие минимального количества огнетушащих составов (ОТС) - 41000 кг, в том числе пенообразователя 2870 л. Пенообразователь должен находиться в пожарных автомобилях и доставляется на них, в случае необходимости, к месту авиационного происшествия за 2-3 мин.

При этом, суммарная подача ОТС составляет не менее 226 л/с, а количество прибывающих пожарных автомобилей не менее пяти. Первый пожарный автомобиль прибывает к месту пожара не позднее 2-3 мин.

В настоящее время на вооружении СПАСОП в крупных аэропортах имеются современные пожарные автомобили, заправленные пенообразователями общего (например, ПОб-НСВ) и целевого (например, ПОб-А3F) назначения.

Следует отметить, что

- установки углекислотного пожаротушения на всех аэродромных пожарных автомобилях имеют суммарное количество огнетушащего состава (СО₂) - 990 кг;
- установки порошкового пожаротушения имеют общую массу заряда порошком равную 350 кг.

Если аэродром 9 категории УТПЗ, то ежедневно на летном поле на дежурстве должны находиться шесть пожарных автомобилей (с учетом резервного), с соответствующим количеством огнетушащих составов.

На БАСС, кроме того должен находиться топливозаправщик на шасси, например, КРАЗ ТЗ-16, специально переоборудованный для постановки пенной полосы на ВПП в случае аварийной посадки ВС с убранной передней опорой шасси или с полностью убранными шасси. Пенная полоса наносится на ВПП с помощью ТЗ-16 УПП, устанавливаемого по оси ВПП на расстоянии от начала ВПП, согласованном с КВС аварийного ВС. С исходной позиции ТЗ-16 УПП двигается (при работающей установке) вдоль оси ВПП на расстояние 600 м со скоростью 5-6 км/час. При таком режиме движения образуется пенная полоса длиной 600 м, шириной не менее 12 м и толщиной 10-8 см.

На БАСС должен иметься также необходимый резерв пенообразователя, который выдается по первому требованию руководителя тушения пожара.

На складах СПАСОП находится резервное количество пожарно-технического вооружения, аварийно-спасательного оборудования и снаряжения.

Расчет сил и средств для тушения пожаров на воздушных судах:

Расчет сил и средств для тушения пожаров на ВС включает определение:

- количества пожарных автомобилей, осуществляющих противопожарное обеспечение полетов на данной ВПП;
- суммарного количества огнетушащих составов, вывозимых пожарными автомобилями (вода и пенообразователь);
- суммарной производительности подачи ОТС, подаваемых лафетными стволами пожарных автомобилей.

При этом, расчет указанных характеристик производится только для пожарных автомобилей, имеющих время разворачивания в любой точке ВПП, не превышающее нормативного международного по документам ИКАО и отечественного (120-180 сек. – для первого ПА и для последующих пожарных автомобилей – 240 сек.).

Данные по фактическому времени разворачивания пожарных автомобилей, осуществляющих противопожарное обеспечение на ВПП-1 и ВПП-2 аэродрома, а также количество ОТС, вывозимого пожарных автомобилей, суммарная производительность подачи ОТС и численность личного состава дежурного расчета представлены в табл. 2.

Таблица 2. Время разворачивания сил и средств для 9 категории аэропорта по УТПЗ (на концах взлетно-посадочных полос)

Тип пожарного автомобиля	Место базирования	ВПП-1	ВПП-2
Buffalo	БАСС	94/640	110/920
Kronenburg	САСС – 1	216/3130	239/3560
Panther		210/3130	230/3560
Buffalo		195/3130	221/3560
Buffalo	САСС – 2	144/1550	130/1270
Количество ОТС, вывозимое ПА, л (ежедневно на дежурстве находится пять-шесть пожарных автомобилей)		62800	62800
Суммарная производительность подачи ОТС, л/с		300	300
Численность личного состава ПСР, чел.		25	25

Таблица 3. Нормативные значения показателей для 9 категории аэропорта по УТПЗ

Количество ПА, ед., не менее	Количество ОТС, кг, не менее	В том числе пенообразователя, кг, не менее	Суммарная производительность подачи, л/с, не менее	Численность ПСР, чел., не менее
5	41000	2870	226	20

В соответствии с требованиями для 9 категории аэропорта по УТПЗ на дежурные расчеты возлагается задача первичного тактического подразделения, обеспечивающего подачу ОТС на тушение ВС, в количестве не менее 41 т.

В конкретных условиях аварийной посадки ВС ответственное должностное лицо СПАСОП немедленно вызывает дополнительные силы в соответствии с указанием руководителя аварийно-спасательных работ или начальника пожарно-спасательной команды СПАСОП.

Только постоянная мобилизационная готовность и самая тщательная инженерно-техническая подготовка дежурных расчетов пожарных и спасателей СПАСОП, оснащение их всеми необходимыми современными техническими ресурсами позволит предотвратить возможные пожары на ВС и на аэродромах, тем самым спасти жизни людей и дорогостоящую технику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование [Текст] / под ред. Н. Н. Брушлинского, Ю. Н. Шебеко. – М. : ФГУ ВНИИПО, 2007. – 370 с.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2008 г. [Текст] : статистический сборник / под общей редакцией Н. П. Копылова. – М. : ВНИИПО, 2009. – 137 с.

УДК 614.843

А. Г. Бубнов, В. Ю. Курочкин, Ю. Н. Моисеев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ УПРОЩЕНИЯ ВЫБОРА ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ НА ПРИМЕРЕ СПСЧ ГОРОДА ИВАНОВО

Предпосылкой для написания данной работы стали методические подходы для выбора пожарно-технического оборудования, разрабатываемые в Ивановской пожарно-спасательной академии и Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России. В данной работе рассмотрено применение доработанной методики с учётом показателей надёжности для выбора пожарно-технического оборудования на примере пожарных стволов в ФГКУ СПСЧ г. Иваново

Ключевые слова: стволы пожарные ручные, техногенный риск, надёжность, вероятность отказа, общая польза.

A. G. Bubnov, V. Yu. Kurochkin, Yu. N. Moiseev

ASSESSMENT OF THE ABILITY TO EASILY SELECT FIRE BARREL ON THE EXAMPLE OF SPECIALIZED FIREFIGHTING AND RESCUE PART OF THE CITY OF IVANOVO

A prerequisite for this work was the methodological approaches to the selection of fire-technical equipment, developed at the Ivanovo fire-rescue Academy and the St. Petersburg University of the Ministry of emergency situations of Russia. In this paper, the application modified the methodology to reflect the reliability indices for selection of fire-fighting equipment for example, fire barrel in the specialized firefighting and rescue part of the city of Ivanovo

Keywords: barrels firefighters manual, technogenic risk, reliability, probability of failure, total advantage.

Для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) на транспорте пожарно-спасательными подразделениями (ПСП) МЧС России используется широкий перечень аварийно-спасательных средств, одним из которых являются пожарные стволы, предназначенные для тушения пожаров [1] и [2].

Исходя из сложившейся ситуации с техногенными ЧС на территории России была принята Федеральная целевая программа (ФЦП) «Снижение рисков и смягчение последствий ЧС природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 г.» [3], основными целями которой являлось «снижение риска ЧС природного и техногенного характера; сокращение количества погибших и пострадавших в ЧС; предотвращение экономического ущерба от ЧС».

В рамках реализации ФЦП нами была разработана методика обоснования выбора и совершенствования технического оснащения подразделений МЧС России при ликвидации ЧС на транспорте, основывающуюся на концепции «польза – вред» («оправданность деятельности»), учитывающая особенности субъекта РФ на территории которого расположено ПСП.

Целью работы являлось применение и доработка методики для обоснования выбора и совершенствования технического оснащения подразделений МЧС России на основе показателей надёжности и критериев относительной пользы эксплуатации пожарных стволов.

Объектом исследования в данной работе стали пожарные стволы, используемые ФГКУ «СПСЧ ФПС по Ивановской области» для ликвидации пожаров».

Суть методики заключается в использовании комплексного показателя «относительная общая польза» (W) как основного критерия эффективности применения (использования) пожарных стволов в нашем случае на территории Ивановской области. Показатель (W) рассчитывается как отношение математического ожидания ущерба от внезапного прекращения работы (отказа) инструмента к сумме величины уровня техногенного риска в стоимостном выражении и затрат на снижение уровня техногенного риска эксплуатации пожарных стволов [4].

$$W = \frac{V}{G + B}, \quad (1)$$

где: V – величина предотвращённого ущерба от выхода из строя (отказа) пожарного ствола при тушении пожаров, руб.; G – затраты на предотвращение и снижение уровня техногенного риска, руб. В случае с пожарными стволами, это стоимость проведения регламентных работ по техническому обслуживанию и ремонту (эксплуатационные затраты) за год; B – уровень техногенного риска, представленный в стоимостном выражении как произведение вероятности отказа и величины ущерба.

$$B = Q \cdot V, \quad (2)$$

где: Q – вероятность отказа исследуемого пожарного ствола.

В случае с пожарными стволами величина предотвращённого ущерба может приниматься равной статистической стоимости жизни (ССЖ) так как за ущерб принимается потеря здоровья или гибель пострадавшего, вследствие увеличения времени тушения поджара и/или несвоевременного оказания медицинской помощи.

$$V = ССЖ = ВРП \cdot \frac{T_{cp}}{N}, \quad (3)$$

где $ВРП$ – валовой региональный продукт субъекта (или Федерального округа) России (в нашем случае $ВРП$ Ивановской области); T_{cp} – средняя продолжительность жизни населения в регионе, лет (в нашем случае – по г. Иваново); N – численность населения в регионе.

Кроме того, за величину предотвращённого ущерба (V), на территории России, можно использовать данные, получаемые крупными страховыми компаниями, например, РОСГОССТРАХОМ (по исследованиям стоимости страхования жизни в крупных и средних городах России – см. сайт www.rgs.ru).

Так как вероятность отказа $Q(t)$ может быть рассчитана из величины вероятности безотказной работы (ВБР), первоначально необходимо найти значения последней. По имеющейся статистике эксплуатации того или иного пожарного ствола, ВБР можно рассчитать по формуле [5]:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0}, \quad (4)$$

где: N_0 – количество работоспособных пожарных стволов в начале рассматриваемого отрезка времени; $n(t)$ – количество отказавших пожарных стволов за время t .

$$Q(t) = 1 - P(t), \quad (5)$$

где: $P(t)$ – вероятность безотказной работы пожарных стволов.

Исходными данными для проведения необходимых расчётов являлась статистическая информация, наиболее полно отражающая условия и характер эксплуатации пожарных стволов, а также статистика их отказов на территории подрайона выезда ФГКУ «СПСЧ ФПС по Ивановской области». Отметим, что для ликвидации возгораний, СПСЧ г. Иваново использует стволы марок РСК 50, РСК 70, СРП 50Р, ОРТ 50,

РСКУ 50, РСКУ70, Delta H500 MID-RANGE, Delta Attack 750. Поэтому, именно статистика эксплуатации этих марок пожарных стволов и была принята в качестве исходных данных при проведении расчётов по формуле (1). Результаты расчётов сведены в табл. 1 и рис. 1.

Таблица 1. Относительная общая польза (W) применения пожарных стволов при расчёте на основе фактических данных по отказам (на 2016 г.)

Показатель	Пожарные стволы, используемые СПСЧ г. Иваново							
	РСК 50	РСК 70	РСКУ 50	РСК У 70	СПП 50Р	ОПТ 50	DELTA H500	DELTA 750
N_0	4	4	3	2	4	3	1	1
$n(t)$	1	0	1	0	2	0	0	0
Q	0,25	0	0,33	0	0,5	0	0	0
B , руб.	2,5	0	3,39	0	5,15	0	0	0
G , руб.	5000							
$V(\text{ССЖ})$, тыс. руб.	10,3							
W	2,05	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
Распределение мест	4	1	3	1	2	1	1	1

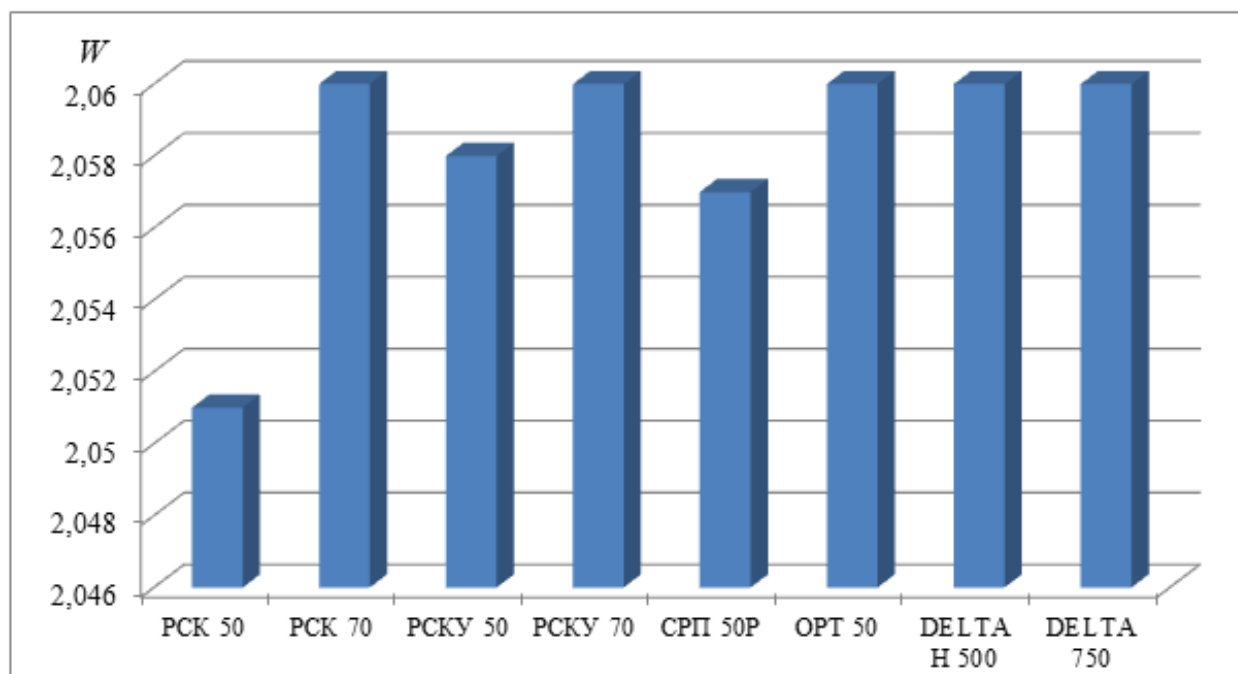


Рис. 1. Ранжирование пожарных стволов стоящих на вооружении СПСЧ г. Иваново на основе статистики отказов

Анализ данных табл. 1 и рис. 1 показывает, что полученными результатами по пожарным стволам «DELTA ATTACK 750» и «DELTA H500 MID-RANGE» можно пренебречь т.к. в СПСЧ г. Иваново применялись (в рассматриваемом промежутке времени) лишь по одному комплекту стволов данных марок, а этого явно недостаточно для сравнительной характеристики их надёжности и эффективности применения.

Заслуживают внимания результаты пожарных стволов РСК 70, РСКУ 70, ОРТ 50 т.к. именно по этим стволам получены большие значения W из сравниваемых. Но стоит отметить, что данные пожарные стволы показывают не всегда стабильные результаты на практике, что объясняется спецификой субъектов Российской Федерации на территории которых расположено то или иное ПСП МЧС России. Отметим, что статистические данные использования пожарных стволов показывают, что стволы марок РСК 70, РСКУ 70, ОРТ 50, DELTA H500 MID-RANGE, DELTA ATTACK 750 за рассматриваемый нами промежуток не отказывали. Таким образом, проблема выбора надёжного пожарного оборудования только по статистическим данным «в лоб» не решается. В работах же [4], [6] предлагается и обоснован подход предусматривающий использование только формул (1), (2) и (3), представленных выше.

Вероятность отказа оборудования можно рассчитать по формуле (для экспоненциального распределения наработки на отказ) [7]:

$$Q = 1 - e^{-\lambda \cdot t}, \quad (6)$$

где: t – прогнозируемое время работы ствола за год.

Интенсивность отказов можно рассчитать из предположения, что их наработка подчиняется экспоненциальному закону распределения. Тогда $\lambda = const$ и:

$$\lambda = T^{-1}, \quad (7)$$

где: λ – интенсивность отказов при экспоненциальном распределении, $ч^{-1}$ [7].

Время работы ствола за год:

$$t = S \cdot N \cdot n, \quad (8)$$

где: t – время работы ствола; S – гарантийный срок службы ствола от завода-изготовителя; N – количество стволов используемых за сутки на пожаре; n – количество рабочих дней в году (365 суток).

Нами в расчётах использовались следующие статистические данные за 2016 год для Ивановского гарнизона (см. сайт <http://37.mchs.gov.ru/>). Зарегистрировано 957 пожаров из них СПСЧ выезжала 660 раз: на тушение пожаров – 203 выезд; на ДТП – 14 выездов; на лесные и торфяные пожары – 3 выезда; ложные выезды – 93 раза; на горение травы – 43 раза; на срабатывающую сигнализацию – 85 раз; на горение мусора – 116 раз. Т.е. собственно для тушения выездов было 365 (1 раз в сутки). Т.е. в течении 1 года, СПСЧ выездало не чаще 1 раза за сутки на пожар используя при этом минимальное количество пожарных стволов 2 ($t = 2 \cdot 1 \cdot 365 = 730$ ч).

В расчётах приняли, что стоимость пожарного ствола РСК 50 – 1320 руб. (гарантийный срок – 2 года), РСК 70: 1500 руб. (гарантийный срок – 2 года),

СПП 50P: 4200 руб. (гарантийный срок – 1,5 года), ОПТ 50: 10100 руб. (гарантийный срок – 5 лет), РСКУ 50: 21200 руб. (гарантийный срок – 4 года),

РСКУ 70: 25000 руб. (гарантийный срок – 4 года), DELTA ATTACK 750: 28000 руб. (гарантийный срок – 5 лет), DELTA H500 MID-RANGE: 24000 руб. (гарантийный срок – 5 лет).

Полученную по результатам расчётов информацию по определению относительной общей пользы применения пожарных стволов СПСЧ г. Иваново занесли в табл. 2 и рис. 2.

Таблица 2. Относительная общая польза (W) применения пожарных стволов при расчёте на основе данных по гарантийному сроку службы (на 2016 г.)

Показатель	Пожарные стволы, используемые СПСЧ г. Иваново							
	РСК 50	РСК 70	РСКУ 50	РСКУ 70	СПП 50P	ОПТ 50	DELTA H500 MID-RANGE	DELTA ATTACK 750
T, ч	730							
P	0,9592		0,9794		0,946	0,983	0,983	
Q	0,0408		0,0206		0,054	0,017	0,017	
B, руб.	54	61	437	515	227	171	408	476
W	0,261	0,296	3,900	4,533	0,803	1,953	4,438	5,113
Место по порядку	8	7	4	2	6	5	3	1

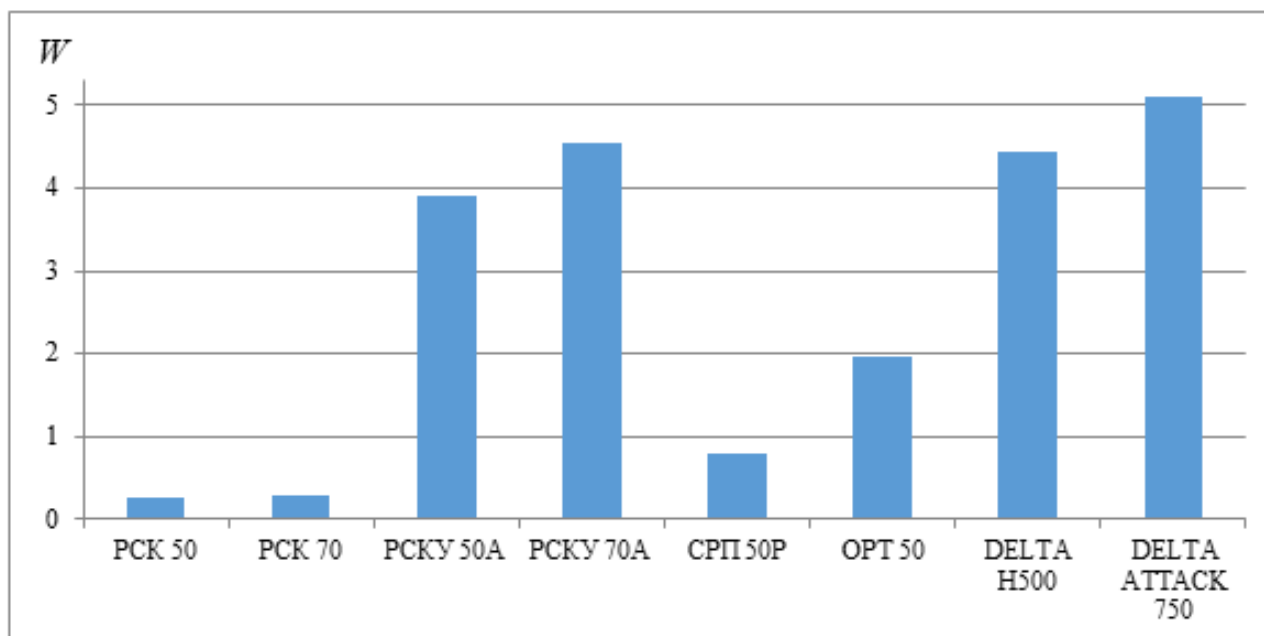


Рис. 2. Относительная общая польза пожарных стволов стоящих на вооружении СПСЧ г.Иваново на основе гарантийных данных производителей.

Анализ данных табл. 2 и гистограммы рис. 2 показывает, что заслуживают внимания результаты пожарных стволов РСКУ 70, DELTAH500 и DELTA ATTACK 750 т.к. именно по этим стволам получены большие значения W из сравниваемых. Но стоит отметить, что данные пожарные стволы показывают не всегда стабильные результаты на практике, что объясняется спецификой субъектов Российской Федерации на территории которых расположено то или иное ПСП МЧС России. По результатам расчётов определения относительной общей пользы от применения пожарных стволов СПСЧ г. Иваново можно выявить какие же стволы наиболее предпочтительны для оснащения СПСЧ г. Иваново (см. табл. 3 и рис. 3).

Таблица 3. Определение итогового места пожарного ствола по двум подходам определения относительной общей пользы

Марка ствола	W_1 (расчёт на основе факт. данных по отказам)	W_2 (расчёт на основе данных по гарант. сроку службы)	Гарант. срок службы, лет	Место по W_1	Место по W_2	Сумма мест	Итоговое место
РСК 50	2,051	0,261	2	4	8	12	7
РСК 70	2,060	0,296	2	1	7	8	5
РСКУ 50	2,058	3,900	4	2	4	6	4
РСКУ 70	2,060	4,533	4	1	2	3	2
СПП 50Р	2,057	0,803	1,5	3	6	9	6
ОПТ 50	2,060	1,963	5	1	5	6	4
DELTA H500	2,060	4,438	5	1	3	4	3
DELTA ATTACK 750	2,060	5,113	5	1	1	2	1

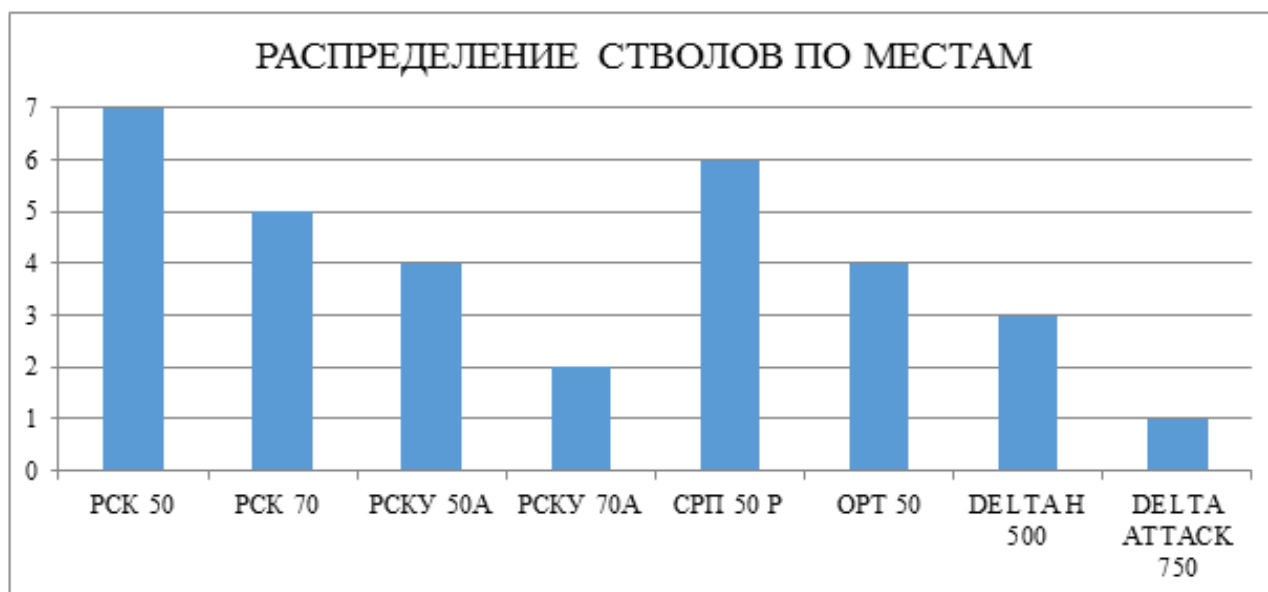


Рис. 3. Распределение по местам пожарных стволов в СПСЧ г. Иваново по значениям W , рассчитанным на основании различных подходов по расчёту вероятности отказов

После сравнения показателей относительной общей пользы по выбору пожарных стволов для применения в СПСЧ г. Иваново, заслуживают внимания результаты пожарных стволов марок РСКУ 70 (отечественный производитель), DELTA АТТАСК 750, DELTA H500.

Использованный и предлагаемый нами методический подход к расчёту W основывается на использовании фактических эксплуатационных данных работы пожарно-технического оборудования (ПТО) в конкретном регионе (гарнизоне), в том числе на его фактических показателях надёжности на его основе. Таким образом, зная эксплуатационные затраты на техническое обслуживание, ремонт ПТО, а также показатели его работоспособности, можно без особого труда выбрать наиболее подходящие ПТО производимое в России, и для России, с учётом специфики любого субъекта РФ.

В заключение следует указать, что при использовании методики расчёта W снижается субъективное влияние человеческого фактора (лица, принимающего решение – ЛПР) при определении предпочтительного ПТО для оснащения ПСП. Также стоит отметить, что преимуществом данной методики является её польза не только для ЛПР, занимающихся вопросами оснащения подразделений Государственной противопожарной службы, но и для ЛПР, организующих экипировку других видов пожарно-спасательных подразделений РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Полозов А.А., Самохвалов Ю.П.* Определение относительных частот использования пожарного оборудования на пожарах // *Пожаровзрывобезопасность*. 2006. Т. 15. № 4. С. 62–65.
2. ГОСТ Р 53331-2009 Техника пожарная. Стволы пожарные ручные. Общие технические требования методы испытаний.
3. Федеральная целевая программа «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 года»: утв. Постановлением Правительства РФ от 07 июля 2011 г. № 555.
4. *Сараев И.В., Бубнов А.Г., Курочкин В.Ю., Моисеев Ю.Н., Семенов А.Д.* Относительная общая польза – дополнительный комплексный критерий выбора пожарных рукавов // *Пожаровзрывобезопасность*. 2015. Т. 24. № 4. С. 66-71.
5. ГОСТ 27.301-95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения. Межгосударственный стандарт.
6. *Бубнов А.Г., Гуцин А.А., Гриневич В.И., Пластинина Н.А.* Методология выбора способа очистки воды от органических соединений с использованием параметров экологического риска // *Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология*. 2007. № 8. С. 89-93.
7. *Острейковский В.А.* Теория надежности: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2003. - 463 с.

УДК 623.355.6

А. А. Бурлаков, В. С. Воловиков

ФГБОУ ВО Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СВЯЗИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПЛЕКТА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

Эффективность функционирования системы восстановления техники связи напрямую зависит от наличия запасных частей. Подходы к определению значимости номенклатуры запасных частей составляют проблемную научно-техническую задачу.

Ключевые слова: техника связи и автоматизированных систем управления, запасная часть, критерий эффективности функционирования системы восстановления.

A. A. Burlakov, V. S. Volovikov

TO THE QUESTION OF ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE RESTORATION PROCESS OBJECTS OF COMMUNICATION WHEN USING THE SPARE PARTS SET

The efficiency of the system for the restoration of communications technology is directly dependent on the availability of spare parts. Approaches to determining the significance of the nomenclature of spare parts constitute a problem scientific and technical problem

Keywords: communication technology and automated control systems, spare parts, the criterion of the effectiveness of the recovery system.

Комплект запасных частей (ЗЧ), инструмента и принадлежностей (ЗИП) как материальное обеспечение надежности занимает значительное место в практике проектирования и эксплуатации техники связи (далее объект). При использовании ЗИП восстановление работоспособности объекта сводится к замене отказавшей составной части (СЧ) на работоспособную ЗЧ, что вполне может быть выполнено эксплуатационным персоналом [1].

Очевидно, что управленческое решение на создание рациональных запасов ЗИП будет определяться выбранным критерием эффективности функционирования системы восстановления. Это многокритериальная задача, так как лицу, принимающему решение, необходимо учесть информацию о: поврежденных СЧ объекта; степени повреждения СЧ; предполагаемых сроках выполнения ремонтно-восстановительных работ; территориальном размещении объекта; состоянии подъездных путей; наличии сил и средств восстановления; времени прибытия ремонтных органов.

Предлагается выбор критерия эффективности функционирования системы восстановления осуществлять с учетом задач, решаемых объектом, в частности – значимости информационного направления [2]. Для рассматриваемых объектов (рис. 1), представляющих собой совокупность электронных модулей (ЭМ) [3] предлагается использовать показатель, характеризующий среднее число абонентов, имеющих

доступ к услугам связи, предоставляемым данным объектом, на заданном интервале времени. В дальнейшем данный показатель будем называть доступностью к ресурсам объекта, который непосредственно зависит от работоспособного состояния его СЧ.

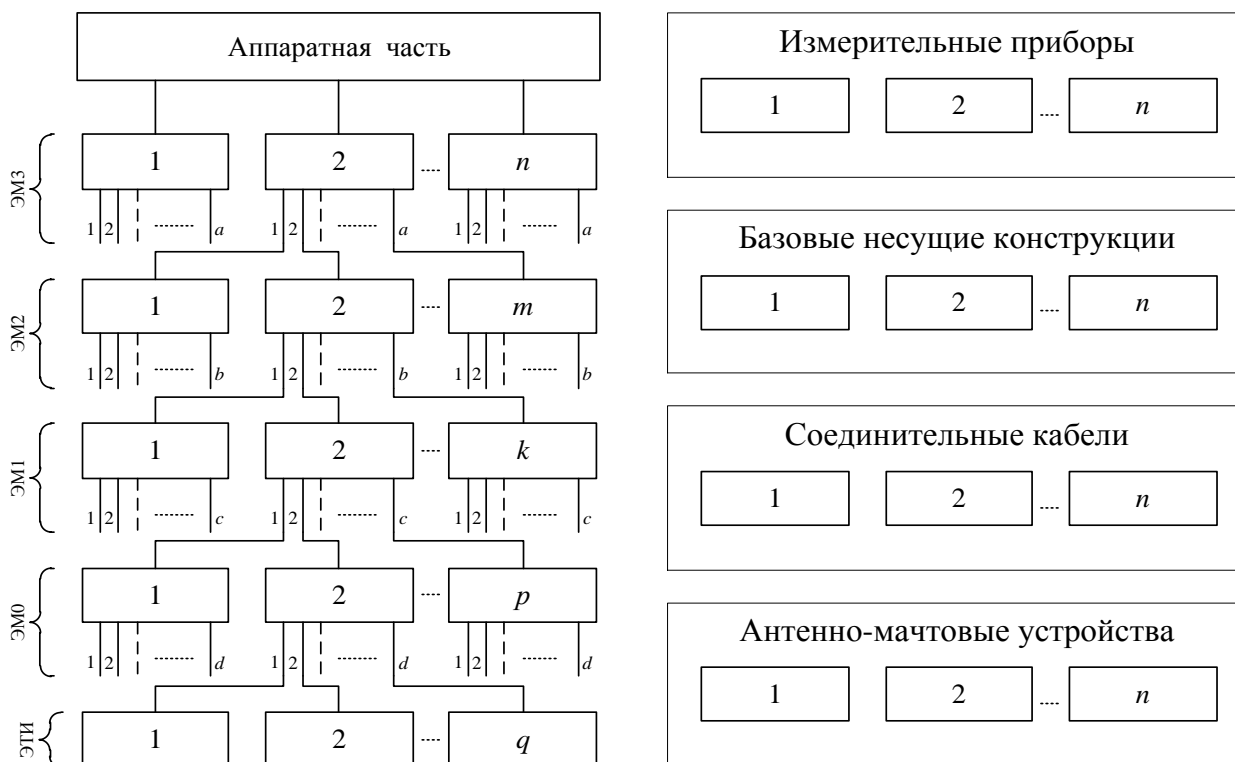


Рис. 1. Конструктивное построение объекта

В этом случае процесс формирования комплекта ЗИП может быть представлен в виде ступенчатой функции $v = v(t, u)$, представляющей собой зависимость доступности к ресурсам объекта от времени и управляющих воздействий, выраженных определением рационального состава комплекта. Скачки такой функции будут происходить в результате отказов и поражений, когда вследствие выхода из строя СЧ объекта уменьшается значение соответствующей функции, и в моменты восстановления вышедших из строя СЧ, когда ее значение возрастает (рис. 2).

Таким образом, показатель эффективности функционирования системы восстановления может быть представлен в виде [4]

$$v_{cp}(u) = T^{-1} \int_0^T v(t, u) d(t), \tag{1}$$

где $(0, T)$ – выбранный интервал усреднения функции $v(t)$; T – момент времени, заведомо больший времени восстановления последней группы СЧ в момент τ_{nk} .

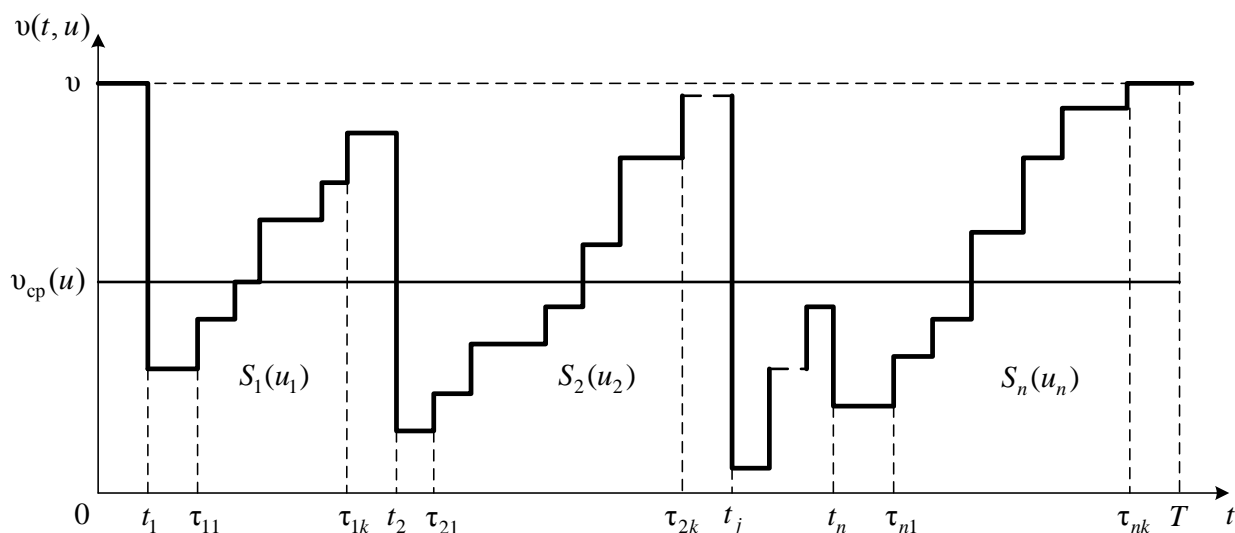


Рис. 2. Модель процесса формирования ЗИП

Для последующего определения управляющих воздействий на интервалах (t_j, t_{j+1}) интеграл (1) целесообразно представить в виде следующей суммы интегралов:

$$v_{cp}(u) = T^{-1} \left[\int_0^{t_1} v(t) d(t) + \sum_{j=1}^n \int_{t_j}^{t_{j+1}} v(t, u) d(t) \right], \quad (2)$$

где $T = t_{n+1}$.

Учитывая, что первое слагаемое в квадратных скобках выражения (2) не зависит от управляющих воздействий, а T является величиной постоянной, то для оценки эффективности управляемого процесса можно использовать следующий показатель:

$$g(u_1, u_2, \dots, u_n) = \sum_{j=1}^n \int_{t_j}^{t_{j+1}} v(t, u) d(t) = \sum_{j=1}^n S_j(u_j), \quad (3)$$

где $S_j(u_j)$ – площади фигур, ограниченных сверху кривой $v(t, u_j)$, слева и справа – прямыми t_j и t_{j+1} , снизу – прямой $v(t, u) = 0$.

Данный показатель существенно отличается от ранее известных показателей [5], используемых при обосновании рационального номенклатурного и количественного состава ЗИП для обеспечения процесса восстановления. Предлагаемый показатель, как и при рассмотрении эффективности управляемого процесса восстановления в целом, может быть использован и при многократных негативных внешних воздействиях на объект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черкесов Г. Н. Оценка надежности систем с учетом ЗИП: учеб. пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 480 с.

2. Бурлаков А.А., Воловиков В.С. Подход к определению категорий тяжести последствий отказов составных частей техники связи и автоматизированных систем управления // Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», 2017. С. 23-26.

3. ГОСТ Р 52003-2003. Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2003. 10 с.

4. Хохлачев Е.Н. Организация и технологии выработки решений при управлении системой и войсками связи. Часть 2. Выработка решений при восстановлении сетей связи. – М.: ВАРВСН, 2009. 243 с.

5. РД В 319.01.19-98. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Методики оценки и расчета запасов в комплексах ЗИП. – М.: Издательство стандартов, 2000. 59 с.

УДК 621.787.

М. Ю. Волкова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ АДАПТАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ

Статья посвящена проблемам расчета и конструирования механизмов, предназначенных для диагностики подвижности суставов. Анализируется комплексное сочетание различных факторов, а также дублированный контроль результатов электронными средствами, что позволяет в дальнейшем координировать динамику процесса выздоровления.

Ключевые слова: медицинский аппарат, динамометр, эргономика, антропометрия, конструкция прибора.

M. Volkova

CONSTRUCTION OF MEDICAL ADAPTATION MECHANISMS

The article is devoted to the problems of calculation and design of mechanisms designed to diagnose the mobility of joints. The complex combination of various factors is analyzed, as well as duplicated control of the results by electronic means, which allows further coordinating the dynamics of the recovery process.

Keywords: Medical device, dynamometer, ergonomics, anthropometry, device design.

В настоящее время проблемы расчета и конструирования механизмов, предназначенных для диагностики подвижности суставов достаточно актуальные. На первый план выступают вопросы комплексного решения аппаратов для реабилитации и восстановления. Смежные науки объединяются для создания жизненно важных приборов, направленных на осуществление задачи человек–машина. При разработке кон-

струкции уделяется внимание на соответствие функций аппарата анатомии частей тела человека (элементы руки, ноги, позвоночника), анализу существующих прототипов, эстетике, эргономике и антропометрии, соответствию внешнего вида и назначения прибора. Конструируемый медицинский аппарат (рисунок) представляет собой изделие, которое за счёт поворота рам с помощью рукоятки измеряет возможный угол поворота сустава, а так же выполняет функцию динамометра – измеряет силу сжатия кисти.

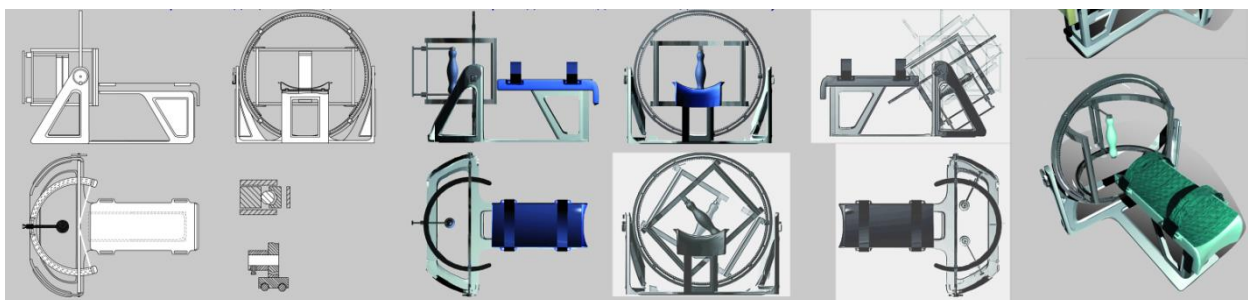


Рисунок. Аппарат для реабилитации

Главная функция прибора – измерение угла поворота рам в трёх осях, диагностируемый сустав шарнирный. В изменённой конструкции рам, рукоятка, на металлических стержнях, встроенных в металлическую пластину, вращает сферу в трёх плоскостях. Рукоятка перемещается по направляющим на подшипниках внутри сферы, измеряя угол поворота по горизонтальной оси относительно руки. Жёсткая конструкция усечённого шара, ведомого рукояткой, вращается на двух точках закрепленных на подставке, таким образом, измеряется вертикальный угол, относительно руки. Конструкцию уравнивают тяжёлые металлические грузы в виде пластин. Для измерения угла поворота относительно оси проходящей вдоль руки, конструкция сферы движется внутри стального кольца. Подшипники и направляющие обеспечивают лёгкий поворот рам не отягощающий поврежденную руку. Показания поворота рукоятки снимается и передается на компьютер через световые датчики. Считывание углов датчиков происходит за счет пропускания света через миллиметровые отверстия, расположенных в градусе друг от друга в рамах. Наличие отверстий позволяет настроить аппарат вручную.

Подставка под вращаемую конструкцию представляет собой слитную деталь: опора под конструкцию и опора - стойка под руку.

Ложемент состоит из пластиковой основы, которая крепится на подставку с помощью зажима, и движется вдоль неё при ослаблении крепления. На пластиковую основу крепится прорезиненная цилиндрическая деталь, на которую, непосредственно, и кладется рука и закрепляется ремешками на липучках, вставленные в пластиковую основу.

Обследования на диагностическом аппарате предполагается проводить, в основном, сидя за столом, поэтому обращается особое внимание на соответствие габаритных размеров критериям эргономики.

Рукоятка имеет съёмную ручку для замены на другую с отличным диаметром. Имеет силоизмерительный элемент. Длина плеча рукоятки регулируется.

Датчики, которыми снабжен аппарат, передают измерения на компьютер, что можно зафиксировать в электронном виде или вывести на печать. За счет световых датчиков стенд по сравнению с прототипом становится точнее в измерениях, настройке, а так же более удобен для современного врача.

При выборе материала учитываются физические параметры аппарата. Материал выбирается экологически чистый, не склонный к накоплению грязи, прочный, лёгкий. В данном приборе предлагается использовать такие материалы как металл и полимер. Металл более точен для настроек и выточке детали, а полимер декоративен, более пластичен и экономичен.

Во время проектирования рассматривались вопросы, учитывающие психологию человека с патологией. В данном случае, с медицинским диагностическим реабилитационным аппаратом – пациент и его врач. Очень важно учитывать при этом, чтобы внешний вид изделия, как фактор, не сказывался отрицательно на восприятии, не вызывал у пациента не только неудобство в пользовании, но и не провоцировал эмоционального напряжения.

Разрабатываемая форма диагностического аппарата проектировалась с учетом современных требований и тенденций, сохраняя индивидуальные свойства с учетом современности, точности и лёгкости. В результате получен достойный для работы современный медицинский прибор.

В результате исследований выявлено, что наилучшие результаты при эксплуатации механизма достигаются при использовании комплексного сочетания врач-пациент, а также дублированного контроля результатов электронными средствами, что позволяет в дальнейшем анализировать динамику процесса выздоровления.

Выявлено, что концепция использования в проектировании, расчете и конструировании медицинских механизмов знаний эргономики, антропометрии и технической эстетики дает наиболее эффективные результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова М.Ю., Егорычева Е.В. Использование графической подготовки в учебном процессе // Информационная среда вуза. Материалы XXIII Международной научно-технической конференции: материалы конференции. Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет». Издательский центр ДИВТ ИПК «Пресс Сто». 2016.

2. Волкова М.Ю., Егорычева Е.В. Проектная деятельность в учебном процессе // Информационная среда вуза. Материалы XXIII Международной научно-технической конференции: материалы конференции. Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет». Издательский центр ДИВТ ИПК «Пресс Сто». 2016.

3. Волкова М.Ю., Белов Н.А. Исследование процессов возникновения коррозии меди и медных сплавов // ЭНЕРГИЯ 2011. Региональн. научн.-технич. конф. студентов и аспирантов. Иваново, 2011 г., том 2. С. 128-130.

УДК 1(075)

С. В. Воронин, И. Л. Скрипник

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

РОЛЬ ЗАКОНОВ ФИЛОСОФИИ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В статье рассмотрено действие основных законов философии на выяснение потребности в развитии технических систем.

Ключевые слова: закон философии, качество, количественная величина.

S. V. Voronin, I. L. Skrypnik

THE ROLE OF THE LAWS OF PHILOSOPHY IN THE PROCESS OF CREATING THE FIRE EQUIPMENT OF NEW GENERATION

The article deals with the effect of the basic laws of philosophy to clarify the need for the development of technical systems.

Keywords: the law of philosophy, quality, quantity.

Многосложный, многообразный, противоречивый характер развития общества и техники проявляется через единство законов диалектики. Существуют три закона философии - диалектики:

1. Закон единства и борьбы противоположностей.
2. Закон взаимного перехода количественных взаимоотношений в качественные.
3. Закон отрицания отрицаний.

Попробуем преломить действие основных законов философии на выяснение потребностей в развитии технических систем.

Существуют три этапа в развитии противоречий.

Допустим на этапе гармонии у нас устойчивое состояние между научно-технической мыслью и воплощенных в результате этих мыслей в конкретное средство техники. Но это жестко утверждать нельзя, потому что объективно действует закон опережения фундаментальных исследований над конкретной реализацией.

Возьмем какую-нибудь начальную точку времени t_0 . Тогда интервал времени $t_1 \div t_2$ можно назвать периодом гармонии. Но уже в какой-то точке промежутка интервала $t_0 \div t_1$ найдется такая точка М, являющейся случайной величиной, в которой возникают потребности в развитии дальнейших теоретических выкладок в области разработки новых образцов техники.

Это обусловлено тем, что:

- научная мысль никогда не стоит на месте;
- появляются открытия в других областях техники, знаний, где-то появился прорыв технической мысли;
- рассматриваются вопросы патентного поиска в РФ и развитых странах мира.

В этом случае на интервале $t_2 \div t_3$ происходит расшатывание противоположностей, например между потребностями пожарной техники и выполнением системой управления подразделениями МЧС своих задач по назначению (этап дисгармонии) [1]. Участок $t_3 \div t_4$ может быть охарактеризован как возвращение к гармонии т.е. к интервалу $t_1 \div t_2$, а может нет (интервал $t_2 \div t_3$). Когда потребности в новой технике войдут в неразрешимое противоречие с удовлетворением задач по тушению или предотвращению пожаров и наступает конфликт.

Теперь перейдем к рассмотрению второго закона.

Качество – это объективно присущее предметам и явлениям существенная, внутренняя определенность. Понятие «качества» связано со структурностью вещи и с определенной формой организации ее свойств. У предмета может быть множество качеств, но определяющее, основное, которое мы хотим выделить будет тогда, когда рассматриваем предмет в конкретной обстановке, выделив его главное предназначение. Качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [2].

Что бы сравнивать изделия, например с точки зрения выполнения предназначения по тушению или предупреждения пожаров, по иерархическому принципу высчитывают обобщенный показатель качества [3-5].

Второй уровень, например классифицируется по следующим показателям [6]:

- назначения (инерционность срабатывания, потребляемый ток, диапазон питающих напряжений, чувствительность, информационная емкость и др.);
- надежности (средняя наработка до (на) отказа (отказ), установленный срок службы, среднее время восстановления работоспособного состояния и др.);
- экономного использования материалов, энергии (потребляемая мощность в различных режимах работы, масса);
- эргономические (показатель соответствия технического средства и его элементов размерам тела человека и его частей и др.);
- эстетические (показатель тщательности покрытий и отделки и др.);
- технологичности (удельная материалоемкость и др.);
- транспортабельности (устойчивость к транспортной тряске и др.);
- стандартизации и унификации (коэффициент применяемости по типоразмерам и др.);
- патентно-правовые (показатель патентной частоты и др.);
- безопасности;
- экономические.

Количественная величина, изменяющаяся в пределах одного качества называется мерой. Предмет имеет не только качественные, но и множество количественных характеристик, например величина. Размеры развития новой техники идет путем накопления количественных соотношений и перехода их в новое качество, которое, в свою очередь, будет опять определять количество.

В приборах приемно-контрольных пожарных, построенных на старой элементной базе еще плохо отслеживались вопросы массо-габаритных и надежности показателей (ППК-2, Радуга). Уменьшение размеров элементов на подложке кристалла, увеличение чистоты технологической подготовки позволит претворить в производстве новые физические решения, а это уже другое качество.

Направление развития новой техники обуславливает III закон. Отрицая старое, отжившее, мы переходим на новый уровень, новое качество, поглощая старое. Но сразу новая техника не может полностью заменить старую, а идет планомерный процесс развития новой и существующей старой техники. Постепенно старая техника отомрет, но уже и новая будет являться устаревшей для более новой техники и так до бесконечности. Интересными и актуальными при этом будут оставаться вопросы: модернизации техники; прогнозирование развития новой техники.

Например, система управления подразделениями (СУП) МЧС России предъявляет требования к нижестоящей по иерархической лестнице (или в графе) системе связи (СС) по: устойчивости; непрерывности; оперативности; скрытности.

Возможны здесь две ситуации. Первая СУП предъявляет новые требования к СС, но на данный момент времени существуют лишь новые физические явления и открытия, которые пока еще реализовать не представляется возможным, в следствии отсутствия современной элементной базы и прогрессивной технологии производства. Тогда возникает потребность в создании новых радиоэлектронных элементов или необходимо все же пересмотреть требования СУП к СС. Процесс совершенствования техники является одним из элементов научно-технического прогресса.

Развитие новых методов производства радиоэлектронной аппаратуры вызывает к жизни непосредственно преобладанием потребности (новые требования, выдвигаемые СУП) над возможностями удовлетворить старой элементной базой.

Таким образом, используя основные, объективные законы философии, происходит непрерывное и постоянное движение вперед к развитию пожарной техники нового поколения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Подход к выбору инвариантных технических решений в совершенствовании изделий пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 220-222.
2. ГОСТ 15467-79 (СТ СЭВ 3519-81). Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
3. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Обоснование размерности комплексного показателя технического уровня и его графическое представление // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 3 (23). 2017. С.23-27.
4. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 2 (22). 2017. С.36-46.
5. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Модель качества разработки изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 4 (24). 2017. С.35-42.
6. ГОСТ 4.188-85. Система показателей качества продукции. Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Номенклатура показателей.

УДК 658

С. В. Воронин, И. Л. Скрипник

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭТАПОВ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО МНОЖЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассмотрены сущность, особенности, противоречия морфологических методов, этапы исследования морфологических множеств.

Ключевые слова: технические решения, морфологические методы, этапы.

S. V. Voronin, I. L. Skrypnik

STUDY OF THE MORPHOLOGICAL STAGES OF MANY TECHNICAL SYSTEM

The essence, features, contradictions of morphological methods, stages of research of morphological sets are considered.

Keywords: technical solutions, morphological methods, stages.

В настоящее время актуальными остаются вопросы исследования путей совершенствования методов технического творчества разработчиков новых технических систем (ТС) [1]. Творческая деятельность конструкторов осуществляется преимущественно путем интуитивного поиска.

Для получения самых совершенных технических решений (ТР) необходима целенаправленная система изобретательской деятельности инженеров.

Из существующих методов решения технических задач таким требованиям соответствуют морфологические методы (ММ).

Для них характерна большая трудоемкость, преодоление которой осуществляется путем автоматизации процедур анализа и синтеза ТС. При этом общим их недостатком является отсутствие описания научно обоснованных способов, корректной постановки задачи морфологического исследования.

Сущность ММ исследования ТС на современном этапе

К классу морфологических специалисты относят эвристические методы решения технических задач. В различных ММ стадию морфологического анализа (МА) реализуют по разному, но при этом строят множество допустимых ТР. Эффективность измеряют степенью соответствия найденного ТР условиям задачи и срокам, за которые они получены.

На стадии анализа формализуют область возможных решений и тогда метод называется морфологический, если выбирают прототип искомого решения тогда его относят к классу трансформационных.

Результаты проведенного анализа позволяют сделать выводы:

1. Известно более десятка ММ исследования ТС и решения инженерных задач, которые формировались в ответ на потребность практики получения адекватного их описания и процессов взаимодействия с ними человека.

2. Изменение условий существования человека вызывает необходимость появления новых сфер его деятельности, разностороннего изучения природы прогнозируемых, конструируемых, производимых и эксплуатируемых систем, а также создания ТС, рассчитанных на функционирование в экстремальных и уникальных условиях. Все это вызывает потребность в новых инструментах исследования, проектирования и управления, которые должны позволить эффективно оперировать и взаимодействовать со сверхсложными ТС, надежно ориентироваться в быстро меняющихся ситуациях и оперативно принимать обоснованные решения в условиях недостаточности необходимой информации [2,3].

3. Одним из инструментов целенаправленно и многоаспектно рассматривающим исследуемые и проектируемые системы являются ММ.

4. Необходимость совершенствования и модернизации ММ обусловлено общей задачей, решаемой системной инженерией в современных условиях.

5. Воздействие на эволюцию техносферы с помощью ММ осуществляется путем исследования, определения потребностей в описании проектируемых ТС, нахождения принципиально новых ТР и оценки их эффективности.

Особенности и противоречия методов МА

Многоаспектное описание ТС, заключается в построении множества ее моделей, которые отображают этапы жизненного цикла (ЖЦ). Такими моделями служат структурные, функциональные, принципиальные электрические схемы, сборочные чертежи, эскизы, макеты узлов и блоков [4, 5]. Результатом МА является морфологическая таблица (МТ), являющаяся вспомогательным инструментом для последующего поиска перспективных, принципиально новых ТР, отличающихся от прототипа и других ТС.

Исследование этапов МА

Процедура МА – это процесс системного анализа исследуемых ТС с получением многоаспектного описания: обобщенной функциональной системы (ОФС) (морфологического множества функциональной системы (ФС), реализующих все мыслимые разновидности исследуемой функции).

Исследование морфологического множества включает в себя следующие этапы:

1. Построение и исследование модели «ЖЦ исследуемых ТС».

На этом этапе идет сопоставление формулировок набора требований к искомой ТС со структурной схемой ЖЦ.

2. Формулирование определения функции ТС.

Получаемое в результате реализации процедуры описания ММ этих ТС в виде МТ есть функциональное описание этого множества.

3. Формулирование определения обобщенной функциональной системы (ОФС) для ТС.

Понятие ОФС – это функциональная модель исследуемых ТС. При этом имеется в виду модель любой из функциональной системы (ФС), полученная с помощью лингвистических средств, естественного языка описания существенных черт функционирования.

Данное определение является вспомогательным инструментарием для построения модели ОФС или «Дерево действия».

4. Построение модели ОФС для ТС.

Это наиболее принципиальный, противоречивый и менее научно обоснованный этап. Здесь надо получить такое представление ОФС, чтобы она помогла находить потенциальные классификационные признаки исследуемых ТС.

5. Построение модели ОФС - функциональная среда.

Выявление структуры функциональной среды любой ФС и нахождение внешних инвариантов, которые затем преобразуются во внутренние, потенциальные классификационные признаки исследуемого ММ.

6. Построение множества функционально значимых отношений (ФЗО).

Создание информационной базы, содержащей все мыслимые ФЗО для ТС исследуемого класса и используемая как инструмент при решении вопроса, какие из них реализуемы в настоящее время.

7. Построение множества ФЗО для модели «ОФС - среда», описывающей функциональную среду ТС.

На этом шаге происходит расширение информационной базы, построенной на предыдущем этапе морфологического классифицирования.

8. Нахождение потенциальных классификационных признаков ТС.

9. Отбор наиболее существенных, классификационных признаков.

Если ТС не может функционировать без реализации данного ФЗО, то его заносят в разряд «целесообразных», в другом случае - в разряд «избыточных» и в МТ не включают, а сохраняют в списках потенциальных признаков.

10. Классифицирование исследуемых ТС и построение МТ.

Осуществить морфологическое классифицирование всех систем, принадлежащих исследуемому ММ и построить его описание в виде МТ или морфологического дерева.

Процедура данного этапа отработана достаточно полно, предметно и ее дополнительная формализация не целесообразна.

В результате проведенного анализа этапов морфологического множества следует:

1. Назначение морфологического исследования состоит в построении корректной МТ, служащей инструментом технологии классифицирования.

2. Этапы 1-8. Это процедура, обеспечивающая отыскание функциональных инвариантов исследуемых ТС, выступающих в качестве потенциальных классифицируемых признаков - оснований деления исследуемого ММ.

3. Этап 9. Процедура, обеспечивающая отбор наиболее существенных оснований деления исследуемого ММ, значение которых составляет МТ.

4. Этап 10. Опирается на предполагаемый эвристический прием, обеспечивающий деление каждого существенного классификационного признака на его значение в соответствии с классификацией абстрактного понятия.

5. Дальнейшее совершенствование процедуры морфологического классифицирования направлено на разработку приемов целенаправленного поиска, анализа и использования этой информации на всех ее этапах. А пока эти приемы слабо разработаны, следует использовать известные закономерности и инженерный опыт, опираясь на квалификацию разработчиков и экспертов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбин О.А., Скрипник И.Л., Воронин С.В. Подходы к методологии создания современных образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». № 4 (2017). 2017, С. 133-137.
2. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 2 (22). 2017. С.36-46.
3. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Модель качества разработки изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 4 (24). 2017, С.35-42.

УДК 378.147

С. В. Воронин, И. Л. Скрипник, В. А. Балабанов
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПАМЯТЬЮ ОБУЧАЮЩИХСЯ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ МЧС РОССИИ

При выборе способов повышения памяти, следует ознакомиться со спецификой обучающихся, к которым они будет применяться. В частности, к курсантам военизированных учебных заведений следует подбирать наиболее доступные и понятные для них методы воздействия на процессы запоминания информации, так как они находятся в нетипичных для обучения условиях и подвергаются систематическому стрессовому воздействию.

Ключевые слова: особенности памяти, познавательная деятельность, обучающиеся.

S. V. Voronin, A. I. Skrypnyk, V. A. Balabanov

FEATURES MEMORY MANAGEMENT OF STUDENTS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF EMERCOM OF RUSSIA

When choosing ways to increase memory, it is necessary to get acquainted with the specifics of students to whom they will be applied. In particular, the cadets of paramilitary schools should be selected for the most accessible and understandable methods of influence on the process of storing information, as they are atypical for training conditions and are subjected to systematic stress.

Keywords: features of memory, cognitive activity, students.

Память - комплексный процесс накопления, сохранения и воспроизведения знаний и навыков человеком. Данный процесс представляет собой достаточно сложное психофизическое явление. Сама природа памяти, и в частности процесса запоминания информации, стала интересовать учёных уже давно. За это время были написаны сотни монографий, проводилось множество экспериментов, но, к сожалению, точный механизм памяти до сих пор не изучен.

Улучшение памяти обучающихся имеет большое значение по причине того, что при увеличении ресурса памяти, повышается и объём информации, который обучающиеся могут усвоить для повышения качества обучения [1,2].

Память это свойство центральной нервной системы получать из опыта информацию, сохранять ее и использовать при решении возникающих задач.

На память влияет – важность информации. Чем актуальней для нас информация, тем быстрее мы ее запоминаем.

Вузы МЧС России представляет собой совершенно особый вид учебного заведения. Особенностью обучения в таких учебных заведениях является то, что обучающийся сталкивается с рядом обстоятельств, оказывающих негативное влияние на его мыслительную деятельность и процессы памяти [3]. Одним из главных таких обстоятельств считается стресс, который может возникать вследствие взаимодействия курсанта с непривычной для него средой.

Факторы и особенности воинской службы обязательно должны учитываться при определении содержания учебных планов и программ для наиболее оптимального распределения нагрузки на обучающихся [4]. В противном случае, возрастает риск нервного перенапряжения, снижения работоспособности и эффективности обучения.

Успех запоминания зависит от ситуационной обстановки. Например, если обучающийся не только изучает нормативно - правовые акты, но и выполняет разнообразные задания, связанные с ними: решает задачи, тесты, выполняет виртуальные лабораторные работы [5], рассматривает примеры из деятельности подразделений ГПС МЧС России, то учебный материал он запомнит лучше, чем при простом заучивании.

Уяснить и запомнить изучаемый материал помогает самостоятельная работа.

Учёные выделяют несколько основных моделей повышения памяти: произвольное и произвольное запоминание, повторение, заучивание, механическое запоминание.

Повторение — это важнейшее условие овладения знаниями, умениями, навыками, чтобы быть продуктивными, повторения должны отвечать определенным требованиям. Очень важно, чтобы повторение было активным и разнообразным.

Заучивание будет упрощено, если обучающийся сумеет:

- придумать примеры;
- ответить на вопросы в конце учебного материала;
- начертить опорные схемы;
- применить знания на практике;
- сжать, формализовать информацию в виде рисунков, таблиц, диаграмм, особенно это касается нормативных и руководящих документов, гуманитарных и специализированных дисциплин [6];
- заинтересоваться ценностью, полезностью информации.

Управление памятью обучающихся в ходе учебных занятий осуществляется по следующим направлениям:

1. Связывание учебной информации с потребностями и интересами обучающихся.

2. Структурирование учебной информации: строгая логика и последовательность изложения, иерархическое выделение заголовков, определений, тезисов, разбиение учебной информации на смысловые блоки (группировка), установление сходства новой информации с прошлым опытом (аналогия), преподнесение учебного материала в различных контекстах и на разных уровнях проработки, приме-

нение мнемотехнических приемов (рифма и ритм, цепной метод, парные ассоциации и т. д.), исключение перегруженности учебного материала аргументами.

3. Организация учебного занятия с целью создания оптимального фона, на котором происходит восприятие учебной информации (исключение шума, посторонних разговоров, неуправляемых отвлечений).

4. Ясность, логичность, точность, простота, чистота речи педагога.

5. Оптимальное повторение основных положений учебного материала, интонационное их выделение, выделение снижением темпа изложения.

6. Использование эффекта «края» — озвучивание главных мыслей в начале и конце занятия.

7. Избегание шаблонов, стереотипов, банальных обобщений. Эмоциональное окрашивание учебной информации привязкой смыслового блока к яркому, неожиданному событию (примеру, выводу, следствию).

8. Предъявление учебно-методических материалов, на которых расположено не более девяти структурных элементов; объединение большего числа информационных элементов учебно-методических материалов в новые, укрупненные структурные единицы, общее количество которых также не должно превышать девяти единиц.

9. Организация контроля усвоения учебного материала.

При выборе способов повышения памяти, следует ознакомиться со спецификой обучающихся, к которым они будет применяться. В частности, к курсантам военизированных учебных заведений следует подбирать наиболее доступные и понятные для них методы воздействия на процессы запоминания информации, так как они находятся в нетипичных для обучения условиях и подвергаются систематическому стрессовому воздействию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Параметры качества обучения, структура, модель личности // Система обеспечения пожарной безопасности. Состояние, тенденции, пути развития. Сборник статей и докладов научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 25-26 мая 2017 года. - Санкт-Петербург, Военный институт (инженерно-технический), 2017, с. 228-233.

2. Савельев Д.В., Скрипник И. Л., Воронин С.В. Актуальные вопросы повышения уровня подготовки сотрудников к выполнению профессиональных обязанностей в системе МЧС России // Подготовка кадров в система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 1 июня 2017 года. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017, с. 237-240.

3. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Основные направления совершенствования подготовки специалистов ГПС МЧС России // Подготовка кадров в система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 1 июня 2017 года. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017, с. 233-236.

4. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Специфика работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35) – 2017. с.38-43.

5. И.Л. Скрипник, С.В. Воронин. Использование виртуальных лабораторных работ для повышения эффективности образовательного процесса. // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции, Иваново, 12

апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – с. 103-105.

6. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21) – 2017. с.58-68.

УДК 378.1

С. В. Воронин, И. Л. Скрипник

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН СЛУШАТЕЛЯМ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

В статье рассматриваются особенности организации и проведения учебных занятий со слушателями института заочного дистанционного обучения.

Ключевые слова: лабораторно-экзаменационная сессия, заочное обучение.

S. V. Voronin, I. L. Skrypnuk

PECULIARITIES OF TEACHING THE DISTANCE LEARNING STUDENTS

The article discusses the features of the organization and conduct of training sessions with students of the Institute of distance learning in absentia.

Keywords: laboratory examination session, correspondence course.

Заочное обучение является важной составной частью общей системы подготовки специалистов ГПС МЧС России. Оно обеспечивает подготовку квалифицированных специалистов с высшим образованием при минимальном отрыве обучающихся от выполнения служебных обязанностей в подразделениях.

Особенности организации и проведения учебных занятий со обучающимися института заочного дистанционного обучения обуславливаются, прежде всего тем, что учебные программы они осваивают в основном самостоятельно.

На первом учебном сборе обучающимся читаются установочные лекции, проводятся другие виды занятий, даются методические, рекомендации по самостоятельной работе с учебными материалами в межсборовый период. Последующие учебные сборы включают лабораторно-экзаменационную сессию и установленные занятия. На лабораторно-экзаменационной сессии с обучающимися проводятся практические, лабораторные занятия. На занятиях систематизируются и углубляются знания, полученные в процессе самостоятельной работы, приобретаются навыки применения теоретических знаний для решения практических задач и выполнения сложных расчетов. Во второй части сборов читаются установочные лекции и проводятся другие занятия по дисциплине, изучаемой обучающимися в очередном учебном году. Установочные

лекции читаются по наиболее важным и сложным темам (вопросам) изучаемой дисциплины. Они дают обучающимся идейно-теоретическую и учебно-методологическую основу для дальнейшей самостоятельной учебной работы над программными материалами.

На лекциях даются рекомендации по методике изучения, литературы и организации самостоятельной работы в межсборовый период. Чтение лекций для обучающимся по заочной форме обучения поручается наиболее опытным преподавателям.

При проведении занятий преподаватели оказывают обучающимся методическую помощь, подготавливают для занятия наиболее поучительные задачи и примеры, анализируют типичные ошибки заочников при самостоятельной работе и решении контрольных работ в межсборовые периоды. Учат их обоснованно строить ответы, правильно пользоваться учебными пособиями и техническими средствами. Регулярно проводят консультации, дают указания и советы по выполнению курсовых проектов.

Преподаватели в соответствии с учебными программами разрабатывают и выдают обучающимся задания на курсовые проекты (работы), а также методические указания по их выполнению. Определение содержания учебных заданий и тем дипломных проектов (работ) производится с учетом служебной деятельности обучающихся.

Задания на выполнение курсовых проектов (работ) выдаются обучающимся в период сборов. Задания на разработку дипломных проектов (работ) выдаются в период предпоследнего учебного сбора.

Все выполненные обучающимися письменные работы представляются на кафедре в установленные сроки на рецензирование и предварительную оценку. Заочно учебные задания не засчитываются.

Рецензирование всех письменных курсовых проектов (работ) на кафедре должно выполняться в установленные сроки. При рецензировании преподаватель определяет, насколько твердо и правильно обучающийся усвоил учебный материал, что он изучил слабо, какие ошибки допущены, как их следует исправить, какие рациональные методы применить.

Рецензия должна быть объективной, в меру полной и методически правильной.

Положительно оцененные проекты (работы) обучающимся не возвращаются, по месту их службы высылается рецензия с предварительной оценкой. Окончательная оценка выставляется после личного собеседования преподавателя-руководителя с обучающимся.

Выполненные курсовые проекты оцениваются: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Курсовые проекты (работы) оцениваются: при предварительной положительной оценке - «допускается к защите», при отрицательной - «не допускается к защите. Защита этих проектов (работ) производится на кафедральной комиссии с участием преподавателя - руководителя проекта.

Работы, предварительно признанные рецензентом неудовлетворительными, возвращаются обучающимся для доработки в соответствии с рецензией и повторного представления на кафедру.

В необходимых случаях по темам таких проектов могут даваться новые задания с указанием срока их выполнения.

На учебные сборы в университет вызываются обучающиеся, выполнившие ко дню отправления вызова все учебные задания, предусмотренные учебными программами на данный курс. Разрешается вызывать на сборы обучающихся, выполнивших

ко дню отправления вызова учебные задания только по дисциплинам, выносимым на экзамены. В этом случае они обязаны выполнить остальные задания в период учебного сбора до начала экзаменационной сессии.

Обучающиеся, успешно прошедшие учебные сборы; сдавшие все зачеты и курсовые экзамены, приказом начальника университета переводятся на следующий курс.

Обучающиеся, не сдавшие экзамены по одной или дисциплинам, обязаны ликвидировать учебную задолженность в сроки, установленные начальником института заочного дистанционного обучения, но «не позднее очередного учебного сбора. В отдельных случаях передача экзаменов может быть разрешена в период данного сбора.

Обучающиеся, не ликвидировавшие учебную задолженность в установленные сроки, систематически не выполнявшие учебные задания или не сдавшие в период учебного сбора экзамены по трем и более дисциплинам, отчисляются из университета.

Обучающиеся, не выполнившие учебные задания или не сдавшие зачеты и экзамены по уважительным причинам, ликвидируют учебную задолженность в сроки, устанавливаемые начальником института заочного дистанционного обучения. Решением начальника университета они могут быть оставлены на повторное обучение на данном курсе, но не более двух раз в течение всего срока обучения с освобождением от повторного выполнения учебных заданий и повторной сдачи зачетов и экзаменов по дисциплинам, по которым получены положительные оценки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т.* Способы организации интерактивного обучения профессионально специальных дисциплин // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 1(34). 2017. С.42-46.

2. *Т.Т. Каверзнева, Н.А. Леонова, Н.В. Румянцева, И.Л. Скрипник.* Опыт проведения практических занятий в интерактивной форме по направлению «Техносферная безопасность». Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 1: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 4 (5-1), С. 359-364.

3. *Скрипник И.Л., Воронин С.В., Савенкова А.Е.* Основные направления по совершенствованию подготовки специалистов ГПС МЧС России // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 3(36). 2017. С.56-60.

4. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Специфика работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35). 2017. С.38-42.

5. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21). 2017. С.58-68.

6. *И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Особенности работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности. // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 126-128.

УДК 378.147

С. В. Воронин, И. Л. Скрипник

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОДДЕРЖАНИЕ ОТНОШЕНИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ С ОБУЧАЮЩИМИСЯ

В статье рассмотрены уровни, формы отношений, способы формирования учебной и профессиональной мотивации преподавателя с обучающимися.

Ключевые слова: преподаватель, обучающийся, профессионализм, мотивация, цель, задача, результат, действие.

S. V. Voronin, I. L. Skrypnuk

ORGANIZATION AND MAINTENANCE OF RELATIONS OF THE TEACHER WITH STUDENTS

The article discusses the levels and forms of relations, methods of formation of educational and professional motivation of a teacher with students.

Keywords: teacher, student, professionalism, motivation, goal, task, result, action.

В педагогическом общении на учебном занятии необходимо формировать и поддерживать двухуровневые отношения педагога и обучающихся: вертикальные и горизонтальные.

В первом случае отношения «ведущий — ведомые», позволяют преподавателю поддерживать управляемость учебной группы. Во втором составляют отношения сотрудничества «по горизонтали» или «паритет сторон», которые формируют и поддерживают в группе положительный морально-психологический климат и атмосферу инициативы, активности и творчества [1-3].

Управление отношениями с обучающимися осуществляется по трем направлениям [4]:

1. Личным примером нравственных качеств: наличием педагогического такта в профессионализме, организации (самоорганизации), управлении профессиональной деятельностью.

2. Формированием профессионализма обучающихся к ситуационным мотивам учебной деятельности.

3. Грамотным применением интеллекта и эмоциями обучающихся.

Существует два основных способа формирования профессиональной мотивации [5-7].

1. «Снизу вверх» — путем изменения окружающей обстановки. Руководителями ВУЗа и профессорско-преподавательским составом (ППС) создаются внешние условия, избирательно подключающие и укрепляющие отдельные профессионально-ориентированные ситуационные побуждения. При многократном их повторении они вероятно складываются в устойчивые мотивационные образования, конечный

образ которых задается компетенциями (ОК, ПК, ПСК) ФГОС, целями и задачами изучаемых дисциплин, требованиями, предъявляемыми к будущему выпускнику, специалисту ГПС МЧС России. Этот процесс реализуется через организацию оптимального управления педагогической деятельностью и организацию рефлексивного диалогового общения.

2. «Сверху вниз» — когда побуждения передаются от преподавателей обучающимся в готовой форме. Этот путь, реализующийся через организацию директивного педагогического общения, в высшей школе малопродуктивен.

Формирование профессиональной мотивации «снизу вверх» происходит успешно, когда воздействие преподавателя вызывает у обучающихся представления, образы и формирует ожидания, которые, в последующем сбываются.

Преподаватель может вызвать у них представление чувства уверенности, компетентности, собственной значимости, четкости действий, ожидание признания своей личности и результатов деятельности (личностных и профессиональных достижений), завоевания профессионального статуса и соответствующего положения. Преподаватель должен так организовать учебную деятельность обучающихся, чтобы самостоятельные попытки подавляющего большинства из них освоить, изучить, решить учебную задачу приводили бы к успеху.

Способы формирования ППС профессиональной и учебной мотивации обучающихся

Заключается в:

1. Постановке конкретных учебных целей и задач, периодической их корректировки с учетом интересов обучающихся. При этом достигается взаимосвязь их личных целей с учебными заданиями, выражающиеся в:

связывании заданного учебного действия с имеющимися у обучающихся мотивами долга, чести, достоинства, ответственности, помощи другим;

совмещении в одном поступке двух смыслов, один из которых задан учебной ситуацией, а другой создается преподавателем через связь действия с новым дополнительным мотивом;

включении заданного учебного действия в другое, как условие осуществления и соединении его с имеющимся у обучающихся желанием. Это самостоятельное изучение и конспектирование учебного материала, которое может высвобождает время, позволяющее обучающимся распоряжаться им по своему усмотрению;

превращении результатов действия в средство для реализации другого поступка, когда одно действие начинает выступать как часть другого.

2. Наиболее полном информировании об характере выполнения поставленных задач и их связи с задачами профессиональной деятельности.

3. Планировании и контроле учебной деятельности обучающихся, решаемым педагогическим задачам. Это моделирование на учебных занятиях игровых ситуаций профессионального роста.

4. Убеждении в правоте, правильности действий, понимании учебной информации, профессиональной ситуации.

5. Эмоциональном подкреплении обучающихся при постановке учебных задач и в ходе их решения.

6. Поддержании у обучающихся устойчивой положительной самооценки и самоуважения.

7. Формировании у обучающихся внутреннего самоконтроля.

8. Стимулировании мотивации сдвигом его на цель.

9. Речевом стимулировании мотивации к учебе внешним, предметно-организационным подкреплением.

10. Помощи организации ответственности и распределения обязанностей в учебной группе.

11. Предоставлении учебному коллективу права самоорганизации, предусматривающего управление им учебной деятельностью на некоторых видах занятиях не преподавателем, а представителями этого коллектива.

Для изменения способов негативных ситуативных мотивов обучающихся необходимо:

1. Осуществить переоценку значимости ситуативного мотива:

путем обесценивания предмета потребности;

с помощью оценок и мнений других людей; через внешние образы, знаки, символы, раскрывающие и напоминающие о последствиях действий;

сравнением положительных и отрицательных сторон предмета потребности и намеренном уменьшении привлекательности одной стороны при увеличении другой.

2. Изменить роль или позицию обучающегося в учебной группе.

3. Привлекать ППС цели и мотивы из воображаемой ситуации.

Таким образом, ППС постоянно должен совершенствовать методы, способы и формы взаимодействия с обучающимися, стимулировать их учебную и профессиональную заинтересованность в освоении будущей профессии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т. Способы организации интерактивного обучения профессионально специальных дисциплин // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 1(34). 2017. С.42-46.

2. Т.Т. Каверзнева, Н.А. Леонова, Н.В. Румянцева, И.Л. Скрипник. Опыт проведения практических занятий в интерактивной форме по направлению «Техносферная безопасность». Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 1: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 4 (5-1), С. 359-364.

3. И.Л. Скрипник, С.В. Воронин, В.А. Балабанов. Проведение объектовых занятий в интерактивной форме. // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 142-143.

4. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Савенкова А.Е. Основные направления по совершенствованию подготовки специалистов ГПС МЧС России // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 3(36). 2017. С.56-60.

5. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Специфика работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35). 2017. С.38-42.

6. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21). 2017. С.58-68.

7. И.Л. Скрипник, С.В. Воронин. Особенности работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности. // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 126-128.

УДК 378.1

С. В. Воронин, И. Л. Скрипник

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В статье предлагается способ контроля знаний обучающихся в среде дистанционного обучения по разработанным вопросам.

Ключевые слова: дистанционной образование, критерии оценки, вопросы, зачет.

S. V. Voronin, I. L. Skrypnik

MONITORING OF STUDENTS ' KNOWLEDGE IN DISTANCE LEARNING SYSTEM

The article suggests a way to control the students ' knowledge in the distance learning environment on the developed issues.

Keywords: distance education, evaluation criteria, questions, credit.

Наряду с традиционной, обычной, очной формой обучения на передний план выходит заочное дистанционное образование [1]. Для более качественного его обеспечения по всем изучаемым дисциплинам подготовлены учебно-методические комплексы (УМК) [2-4]. При этом особое внимание уделяется критериям оценки.

Все результаты контроля текущей успеваемости обучающихся реализуются в формах тематического тестирования, которое проводится по каждой теме изучаемой дисциплины «Электротехника и электроника».

В обычной практике использования тестов для упрощения процедуры оценивания может быть использована стандартная критериальная схема, для самоконтроля по 4 темам:

- неудовлетворительно (оценка «2»): правильно выполнено менее 50 % вопросов;
- удовлетворительно (оценка «3»): правильно выполнено до 70% вопросов;
- хорошо (оценка «4»): правильно выполнено до 90% вопросов;
- отлично (оценка «5»): правильно выполнено более 90%.

Результатом изучения данной дисциплины является защита контрольной работы (зачтено-не зачтено) и сдача дифференцированного зачета.

Критериями оценки отчетов по контрольным работам являются:

1. Грамотное ее оформление согласно установленным правилам и требованиям;

2. Корректное представление результатов контрольной работы;
3. Демонстрация культуры оформления и представления отчетной документации.

При ее проверке преподаватель использует следующую критериальную схему оценивания:

Не зачтено: контрольная работа не представлена, выполнена с грубыми ошибками или не по своему варианту (теме);

Зачтено: контрольная работа соответствует требованиям методических рекомендаций по их выполнению.

Методика проведения зачета с оценкой по учебной дисциплине.

Ответственный за данную дисциплину разрабатывает перечень вопросов по темам. По каждой теме разрабатывается 25 вопросов (всего 4 темы), имеющие однозначный ответ. В результате формируется пояснительная записка в следующем виде [5]:

Специальность: 20.03.01 – «Техносферная безопасность».

Дисциплина: Б1.В.ДВ.4 «Электротехника и электроника».

Объем часов (по ГОС и УП): 108/16.

Длина теста: 30 учебных элементов.

Временные ограничения: ответы на вопросы компьютерной программой во времени не ограничены.

Правила формирования тестовой последовательности: вопросы формируются в строго заданной последовательности изучения дисциплины и для каждого элемента выбираются случайным образом из **банка заданий**.

Критерия формирования вопросов:

1. сделаны равноценными по уровню сложности.
2. должны быть выполнены четко, ясно, конкретно, кратко.
3. Компетенции (ОК, ПК) взяты с ФГОС по данной дисциплине, в соответствии с которым разработан развернутый тематический план.
4. Не допускается формулировка неверных вопросов.
5. они не должны быть подсказкой.
6. вопросы преимущественно должны иметь продуктивный характер на: сравнение, сопоставление; установление причинно-следственных связей; вскрытие противоречий; выявление характерных черт, качеств; систематизацию, объяснение, обоснование доказательств; формулировку собственного мнения; выявление умений использования знаний в различных ситуациях.
7. вопросы представлены, как на проверку изученного материала, так и творческое мышление на основе полученных базовых знаний.
8. они сформулированы в виде аналитических соотношений, иллюстрационного материала, графиков, рисунков, текстового материала.
9. Ответы содержат однозначный характер.
10. Технология тестирования предполагает разработку компьютерной программы.

Порядок проведения зачета с оценкой по дисциплине

1. Обучающийся отвечает на 30 предложенных вопросов, сформированных случайным образом компьютерной программой из 4 тем, содержащей по 25 вопросов в каждой теме.

2. Компьютерная программа оценивает ответы обучающегося по следующим критериям:

Оценка уровня знаний: За выполнения каждого задания обучающемуся выставляются баллы по номинальной шкале, то есть за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за неправильный – ноль. Общая сумма баллов за все правильные ответы составляет наивысший балл – 30 баллов. Диапазон баллов, которые необходимо набрать для того, чтобы получить:

- отличную оценку – больше 85% или от 26 до 30 баллов;
- хорошую оценку – больше 75%, но меньше 85% или от 23 до 25 баллов;
- удовлетворительную оценку – больше 65%, но меньше 75% или от 20 до 22 баллов;
- не удовлетворительную оценку – менее 21 балла.

3. На основании результата предложенного компьютерной программой преподаватель выставляет окончательную оценку.

В представленном варианте контроля знаний по изучаемой дисциплине предполагается, что обучающийся проверяет (оценивает) себя самостоятельно с помощью разработанных вопросов по четырем темам. При сдаче зачета компьютерная программа сама выдает преподавателю результат для выставления окончательной оценки.

Дальнейшее совершенствование данной формы контроля должно идти по следующим направлениям [4]:

- если обучающийся положительно (получил оценки от трех до пяти) ответил на вопросы по первой теме, то автоматически переходит к изучению второй, если не правильно, то продолжает еще раз прорабатывать данный материал, до получения положительного результата;
- на неправильные ответы обучающегося компьютерная программа должна представить ему глоссарии, дополнительный материал, разработанные видео лекции для повторного и глубокого изучения;
- ППС кафедры должен качественно подготавливать учебные пособия, видео лекции и постоянно их корректировать с учетом изменяющихся нормативно-правовых актов и достижений науки и техники.

Таким образом, данная форма контроля в среде дистанционного обучения, позволит обучающимся в сжатые сроки, с максимальной эффективностью освоить дисциплину и приобрести необходимые знания по выбранной специальности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Современные альтернативные подходы обучения в сравнении с традиционными // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 4(37). 2017. С.46-50.

2. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21). 2017. С.58-68.

3. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т. Способы организации интерактивного обучения профессионально специальных дисциплин // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 1(34). 2017. С.42-46.

4. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Специфика работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35). 2017. С.38-42.

5. Т.Т. Каверзнева, Н.А. Леонова, Н.В. Румянцева, И.Л. Скрипник. Опыт проведения практических занятий в интерактивной форме по направлению «Техносферная безопасность». Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 1: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 4 (5-1), С. 359-364.

УДК 378.1

С. В. Воронин, И. Л. Скрипник

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

УПРАВЛЕНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ

В статье рассматривается воздействие на обучающихся через ощущение, восприятие, мышление, память, воображение и внимание.

Ключевые слова: управление, преподаватель, требования, учебная информация, речь, аудитория, обучающийся.

S. V. Voronin, I. L. Skrypnuk

MANAGEMENT OF COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS DURING CLASSES

The article discusses the impact on students through sensation, perception, thinking, memory, imagination and attention.

Keywords: management, teacher, requirements, educational information, speech, audience, student.

Управления познанием и интеллектом обучающихся производится через: ощущение, восприятие, мышление, память, воображение и внимание.

Воздействие на ощущения обучающихся основывается на требованиях, предъявляемых к речи преподавателя (как раздражителю) и цветовой гамме оформления учебно-методических материалов (психология цвета).

К речи преподавателя предъявляются следующие требования:

1. Она должна быть ни тихой, ни громкой.
2. В высказываниях и комментариях целесообразно исключить монотонность и уделять внимание логическим ударениям.
3. Самые важные высказывания (основные тезисы) должны завершаться паузами или произноситься на тон выше и медленнее основного текста.
4. Если лектор имеет дефекты речи, то слова с труднопроизносимыми звуками должны подменяться легко произносимыми синонимами.

Требования к цветовой гамме оформления учебно-методических материалов заключаются в том, что:

- все темные цвета успокаивают, светлые возбуждают. Поэтому призывы, лозунги, основные мысли, заголовки надо изображать светлыми тонами, а информационные сообщения — темными;

- светлые тона оказывают возбуждающее воздействие: красный влияет на физическое состояние, желтый — на умственное, а голубой — на эмоции. В лекционных презентациях лучше использовать желтый цвет, а наглядные пособия на занятиях оформлять в красных тонах. Рисунки, картинки и другие образы, предъявляемые обучающимся в качестве учебно-методических материалов дополнять голубым цветом.

Управление восприятием обучающихся [1]

1. Начинается с требовательности преподавателя к своему внешнему виду. Лучше всего, когда одежда выглядит не только опрятно и чисто, но и не противопоставляется одежде обучающихся.

2. Речь преподавателя должна отвечать критериям богатства, живости и благозвучия. Эти критерии подразумевают широкий словарный запас и разнообразие используемых языковых средств или фигур речи, ее выразительность, эмоциональность и соответствие требованиям звуковой гармонии.

3. Учебная информация должна быть методически организована и структурирована в смысловые блоки.

4. Учебная информация, учебно-методические материалы должны носить образный характер. С этой целью статистические данные лучше всего представлять в виде диаграмм, научные тексты подкреплять примерами, сравнениями; взаимосвязи, закономерности и зависимости показывать графически.

5. Образ учебной информации должен отвечать характеристикам эстетичности, многозначности и целостности. С этой целью необходимо использовать яркие, четко запоминающиеся символы и знаки, выполненные не от руки, а на компьютере (аккуратно). Отдельные символы (знаки) желательно закреплять за смысловыми блоками информации и при их толковании использовать максимальное количество каналов восприятия: вербальный, зрительный, поведенческий, а также — педагогических средств — проектор, доска, информационный стенд, слово, управляющее действие.

Управление мышлением обучающихся [2]

В ходе учебных занятий осуществляется:

1. Постановкой задачи в разнообразии ее формулировок.

2. Поддержанием оптимального интереса к познанию.

3. Постановкой активизирующих вопросов.

4. Применением противоречий между имеющимися у обучающихся знаниями и вытекающими практическими задачами.

5. Предъявлением парадоксальных или незавершенных ситуаций практического характера.

6. Проблемным изложением учебной информации.

Управление памятью обучающихся [3]

В ходе учебных занятий осуществляется:

1. Взаимосвязью учебной информации с интересами обучающихся.

2. Структурированием учебной информации.

3. Организацией занятия с целью создания оптимального фона.

4. Оптимальным повторением основных тезисов, определений, выводов.

Управление воображением обучающихся

Достигается:

1. Побуждением обучающихся к формированию множества точек зрения на проблему.

2. Поощрением неожиданных, нестандартных подходов к решению.

Управление вниманием обучающихся [4]

Обеспечивается выполнением следующего комплекса мероприятий:

1. Соответствием стиля общения ожиданиям аудитории.

2. Разнообразием форм подачи учебной информации, их новизной.

3. Оригинальностью фрагмента или всего занятия в целом.

4. Необычностью некоторой части учебной информации, ее новизной или сложностью, которая в последующем разъясняется.

5. Исключением монотонности, стереотипности операций.

6. Своевременным предоставлением обучающимся небольших отдыхов.

7. Подчеркиванием значимости учебной информации.

8. Четкой организацией учебного занятия.

9. Требовательностью преподавателя.

Способы управления познавательными процессами раскладываются на отдельные конкретные приемы педагогической техники, которые многофункциональны и оказывают комплексное воздействие на обучающихся.

Управления эмоциональным фоном учебной аудитории [5,6]

Данный вид управления достигается знанием преподавателем правил возбуждения эмоционального отклика у обучающихся, способов нейтрализации их негативной эмоциональности и реализуется с помощью:

- нахождения взаимопонимания с обучающимися;

- поддержания прямой и обратной связей с обучающимися;

- воздействия на пассивных обучающихся рефлексивными мерами;

- исключения одних и тех же стандартных приемов;

- четкого, ясного и доступного его изложения;

- словесно-интонационного воздействия педагога на психику обучающегося (приказывать или просить; объяснять или отделиваться; узнавать или утверждать; удивлять или предупреждать; упрекать или хвалить);

- собственного психофизиологического состояния преподавателя, которое он контролирует по: готовности к диалогическому общению, уровню мобилизации организма, эмоциональному настрою. Оптимальный в плане эмоций вариант педагогического общения получается тогда, когда преподаватель, грамотно «подавая и раскрывая себя» обучающимся, заряжает их своей «энергетикой», положительными эмоциями, вниманием к учебной информации и готовностью работать на занятии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Специфика работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35). 2017. С.38-42.

2. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21). 2017. С.58-68.

3. *Воронин С.В., Скрипник И.Л.* Способы развития памяти обучающимися как фактор повышения качества образовательного процесса // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 4(37). 2017. С.28-31.

4. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Специфика работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35). 2017. С.38-42.

5. *Давыдова Н.В., Воронин С.В., Скрипник И.Л.* Психологическое измерение культур как основа формирования интернациональных учебных групп в вузах МЧС России // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35). 2017 С.20-23.

6. *Скрипник И.Л., Воронин С.В., Савенкова А.Е.* Основные направления по совершенствованию подготовки специалистов ГПС МЧС России // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 3(36). 2017. С.56-60.

УДК 378.147

С. В. Воронин, И. Л. Скрипник

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК ОДНА ИЗ АКТИВНЫХ ФОРМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ

В статье рассматриваются проблемное обучение, его уровни, достоинства и недостатки.

Ключевые слова: образовательный процесс, активная форма, проблема, уровень, ситуация.

S. V. Voronin, I. L. Skrypnik

PROBLEM-BASED LEARNING AS ONE OF THE ACTIVE FORMS OF THE EDUCATIONAL PROCESS AT THE UNIVERSITY

Keywords: educational process, active form, problem, level, situation.

The article discusses the problem of training, its levels, advantages and disadvantages.

Повышение качества образовательного процесса непрерывно связано с внедрением новых форм, способов обучения. В последнее время широко начали применяться активные формы обучения, когда преподаватель создает такие условия, обстановку при которых обучающиеся на занятиях не только запоминают и усваивают новый материал, но и создают (участвуют) в различных нестандартных ситуациях, вызывающие их принимать осознанные решения для достижения поставленных целей. К та-

ким видам относятся интерактивные занятия: практические, деловые игры, командно-штабные учения, объектовые, виртуальные лабораторные работы [1-3].

Проблемное обучение также как и программированное, относятся к технологиям активного обучения. В основе его лежит решение возникшей задачи, проблемы. В общем понимании проблема – это сложный вопрос, имеющий теоретическое и практическое применение, нуждающийся в конечном разрешении. Исходя из вышеизложенного, следует отметить, что применительно к педагогике проблему можно рассматривать на двух уровнях.

Первый уровень – научный, в котором отражено противоречие между известным научным знанием и неизвестным. Он требует от участников длительной поисковой и исследовательской работы, которая может быть и не закончена, так как не всегда удастся ее решить, а иногда и увидеть, содержащую скрытое противоречие и получить при этом новые знания. Поэтому такой подход не приемлем для образовательного процесса.

Второй – учебной познавательной деятельности, заключающийся в том, что в следствии появления новой информации, у обучающихся возникают противоречия, неопределенности из-за невозможности их объяснить совокупностью своих знаний. Данная проблемная ситуация вызывает у него потребность мыслить и, главное ответить на вопрос «почему». В тоже время она рождает мотив, который побуждает обучающегося думать и действовать. В этом и состоит суть проблемного обучения.

Поэтому данный вид обучения создает такие предпосылки, когда преподаватель генерирует проблемную ситуацию, а обучающийся, задействуя свои мыслительные процессы, приобретает и овладевает новыми знаниями, навыками, умениями творческой и профессиональной деятельности по ее активному разрешению.

В образовательном процессе ВУЗов используются четыре уровня проблемности в обучении. На первом, втором и третьем уровнях преподаватель сам моделирует проблемную ситуацию, но на первом уровне он сам производит ее разрешение, а обучающиеся только осмысливают полученный результат; на втором правильное решение находится в результате проведенной дискуссии; на третьем ее решение осуществляют обучающиеся, поняв существующее противоречие. На четвертом уровне преподаватель создает такие условия, в результате моделирования различных ситуаций, что обучающиеся на основе имеющихся знаний находят правильное решение проблемной ситуации. Проблемное обучение на последних этапах связано с проведением изыскательских работ, прикладных, поисковых и, в какой-то степени, части фундаментальных исследований, направленных на решение новых, нестандартных задач, в ходе которых они не только усваивают новые знания, но и приобретают умения и навыки творческой деятельности [4].

Преимуществами проблемного обучения являются:

- широкие возможности для повышения абстрактного мышления на основе возникшей потребности, в результате побуждающего мотива; внимания; памяти; воображения [5];
- развитие у обучающихся самостоятельности, ответственности, критичности, инициативности, нестандартности мышления, решительности и другие качества;
- обеспечение прочности усвоения приобретаемых знаний, так как они добываются самостоятельно.

Недостатки проблемного обучения:

- подготовка методик проблемного обучения требует от профессорско-преподавательского состава хорошего знания преподаваемой дисциплины, педагогических способов и приемов, умственных и временных затрат;

- в ходе обучения оно вызывает затруднение у обучающихся, так как на осмысливание проблемы и поиск путей для ее решения уходит много времени, чем при традиционном обучении [6].

Рассмотренные виды, способы, уровни проблемного обучения, как одной из активных форм образовательного процесса, позволит намного повысить качество усвоения нового материала, развить творческий потенциал обучающихся и сформировать облик будущего специалиста ГПС МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т.* Способы организации интерактивного обучения профессионально специальных дисциплин // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 1(34). 2017. С.42-46.

2. *Т.Т. Каверзнева, Н.А. Леонова, Н.В. Румянцева, И.Л. Скрипник.* Опыт проведения практических занятий в интерактивной форме по направлению «Техносферная безопасность». Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 1: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 4 (5-1), С. 359-364.

3. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21). 2017. С.58-68.

4. *Скрипник И.Л., Воронин С.В., Савенкова А.Е.* Основные направления по совершенствованию подготовки специалистов ГПС МЧС России // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 3(36). 2017. С.56-60.

5. *Воронин С.В., Скрипник И.Л.* Способы развития памяти обучающимися как фактор повышения качества образовательного процесса // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 4(37). 2017. С.28-31.

6. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Современные альтернативные подходы обучения в сравнении с традиционными // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 4(37). 2017. С.46-50.

УДК 691.32

С. А. Гарелина, И. А. Кузьмичёва, К. П. Латышенко
ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

ОПЫТ ПОСТАНОВКИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ИЗМЕРИТЕЛЕМ ИПС-МГ 4.01»

В статье приведён опыт постановки лабораторной работы с привлечением обучающихся в рамках их работы в научном кружке кафедры.

Ключевые слова: лабораторная работа, прочность бетона, измеритель прочности бетона.

S. A. Garelina, I. A. Kuzmicheva, K. P. Latyshenko

STATEMENT OF THE LABORATORY WORK «DETERMINATION CONCRETE STRENGTH TESTER IPS-MG 4.01»

The article presents the experience of laboratory work with the involvement of students in their work in the scientific circle of the department.

Keywords: laboratory work, the strength of concrete, measuring the strength of concrete.

Лабораторные работы составляют важную и обязательную часть теоретического и практического обучения в АГЗ МЧС, способствующих формированию профессиональных и общих компетенций, основанных на практическом опыте, умениях, знаниях. Для эффективной организации учебного процесса по дисциплине «Техническая оценка зданий и сооружений» на кафедре механики и инженерной графики ведётся разработка и постановка лабораторных работ. К этому виду деятельности привлекаются обучающиеся в рамках их работы в научном кружке кафедры. Перед обучающимися стоит задача внедрения элементов научных исследований в лабораторные работы, что является важной формой научно-исследовательской работы.

В научном кружке кафедры была разработана и поставлена лабораторная работа «Определение прочности бетона измерителем ИПС-МГ 4.01». Прочность материала на сжатие является наиболее значимым параметром для бетонных изделий.

Были изучены различные методы контроля прочности бетона [1, 2, 3]. При этом в описании лабораторной работы выявлена и обоснована необходимость использования неразрушающих методов контроля прочности бетона.

Для постановки лабораторной работы выбран самый распространённый и востребованный метод из всех неразрушающих – метод ударного импульса. Преимущества использования метода для постановки лабораторной работы:

1. Определение прочности бетона методом ударного импульса является достаточно простой операцией.
2. Измерители, использующие метод ударного импульса, отличаются небольшим весом и компактностью.
3. Результаты измерений выдаются в единицах измерения прочности на сжатие.

4. Широкий диапазон получаемых результатов: установление класса бетона, измерение его прочности, упругости относительно разных углов наклона к испытываемой поверхности, выявление зоны недостаточного уплотнения, либо неоднородности структуры материала.

5. Измерители позволяют переносить накопленные данные на компьютер.

Были изучены типичные представители приборного ряда для испытаний методом ударного импульса [4]:

- семейство приборов ИПС, выпускаемых «СКБ Стройприбор» г. Челябинск;
- приборы ОНИКС, выпускаемые «НПП Интерприбор» г. Челябинск.

В связи с тем, что в настоящее время наиболее широко используют приборы серии ИПС, выпускаемые «СКБ Стройприбор», был выбран пригодный для выполнения лабораторной работы измеритель ИПС-МГ 4.01.

ИПС-МГ 4.01 (рисунок, а) предназначен для определения прочности бетона методом ударного импульса по ГОСТ 22690–88.

Измеритель измеряет ускорение, возникающее при взаимодействии индентора с бетонным образцом при постоянной энергии удара ($E = 0,12$ Дж), и вычисляет прочность бетона [5].

Область применения прибора ИПС-МГ4.01 – определение прочности бетона, раствора на предприятиях стройиндустрии и объектах строительства, а также при обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений (см. таблицу).



Рисунок. Измеритель прочности бетона ИПС-МГ 4.01 (а) и мера эквивалентной прочности бетона (б)

Таблица. Технические характеристики измерителя прочности ИПС-МГ4.01

Диапазон измерения прочности ИПС-МГ 4.01, МПа	3 – 100
Предел погрешности измерения ИПС-МГ 4.01, %	10
Объем архивируемой информации ИПС-МГ 4.01, значений	500
Питание автономное, элемент типа «Корунд»	6LR61 (9 В)
Потребляемый ток ИПС-МГ 4.01, не более, мА	10
Количество индивидуальных градуировочных зависимостей, шт.	9
Масса ИПС-МГ 4.01, не более, кг	0,85

Приборы ИПС-МГ 4.01 можно также использовать для контроля прочности кирпича, строительной керамики и других строительных материалов и изделий.

Была сформулирована цель и поставлены задачи лабораторной работы, заключающиеся в изучение принципа действия, устройства и конструкции измерителя прочности бетона ИПС-МГ 4.01, его поверке с помощью эквивалентной меры проч-

ности бетона (рис. 1 б) и определении прочности бетона и других строительных изделий в диапазоне 3 – 100 МПа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25192–2012 Бетоны. Классификация и общие технические требования.
2. ГОСТ 22690–88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.
3. Бербеков Ж.В. Неразрушающие методы контроля прочности бетона // Молодой учёный. 2012. №11. С. 20-23. URL <https://moluch.ru/archive/46/5697/> (дата обращения: 01.03.2018).
4. Чихунов Д.А. Методика и техника для контроля прочности бетона и других искусственных каменных материалов. URL <https://www.gsi.ru/art.php?id=87> (дата обращения: 1.03.2018).
5. Измеритель прочности бетона ИПС-МГ 4 (мод. ИПС-МГ 4.01) Руководство по эксплуатации КБСП.427120.049-01 РЭ. Челябинск: СКБ Стройприбор, 2015. 52 с. УДК 662.1

Ж. Ф. Гессе, А. С. Егоров

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЗАЖИГАТЕЛЬНОЙ И ВЗРЫВНОЙ СПОСОБНОСТЕЙ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В работе приведена постановка задач для исследования зажигательной и взрывной способностей пиротехнических изделий. В качестве субъектов воздействия выбраны различные виды остекления.

Ключевые слова: пиротехнические изделия, остекление, зажигательная способность, взрывная способность.

Zh. F. Gesse, A. S. Egorov

STATEMENT OF OBJECTIVES TO INVESTIGATE THE IGNITIVE AND EXPLOSIVE PERFORMANCE OF PYROTECHNICAL PRODUCTS

The paper presents the problems formulation for the study of incendiary and explosive abilities of pyrotechnic products. Various types of glazing were chosen as subjects of influence.

Keywords: pyrotechnic products, glazing, incendiary ability, explosive capacity.

В общем случае, пиротехническими изделиями называются устройства и приспособления всевозможной конструкции, работа которых достигается при воспламенении пиротехнических составов [1]. Общее представление о пиротехнических изделиях имеет каждый. Однако некоторые недопонимают, что пиротехника – это вид техники, связанной с изготовлением и применением взрыво-огневых смесей и снаряжаемых ими изделий, поэтому пиротехнические изделия представляют серьезную опасность.

Согласно [2, 3], пиротехнические изделия являются пожароопасными (взрывоопасными). Продукты сгорания пиротехнических изделий оказывают вредное воздействие на людей и окружающую среду. Внешние воздействующие факторы, такие как удар, нагрев, электромагнитное излучение, детонационный импульс и др., могут вызывать несанкционированное срабатывание пиротехнического изделия или потерю его работоспособности.

Несмотря на высокую степень опасности пиротехнических изделий, они были исключены из Постановления Правительства РФ от 1 декабря 2009 г. № 982 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии» более 5 лет назад. Перечень пиротехнической продукции можно найти только в Постановлении Госстандарта РФ от 30 июля 1997 г. № 16 «Об утверждении «Правил сертификации пиротехнической продукции»», где приведена продукция, подлежащая добровольной сертификации.

Мониторинг количества публикаций в [4] (табл. 1), показывает на то, что количество публикаций, посвященных пиротехническим изделиям, незначительно меняется год от года. Также необходимо подчеркнуть, что общее (реальное) количество работ по данной проблематике намного больше представленного.

Таблица 1. Количество публикаций, посвященных пиротехническим средствам, по данным [4]

Отчетный год	Количество публикаций, шт	Отчетный год	Количество публикаций, шт	Отчетный год	Количество публикаций, шт
2007 г.	8	2011 г.	11	2015 г.	3
2008 г.	9	2012 г.	12	2016 г.	7
2009 г.	5	2013 г.	7	2017 г.	7
2010 г.	7	2014 г.	3	2018 г.	–

В [5] показано, что в зависимости от назначения и конструктивных особенностей пиротехнических изделий их действие сопровождается проявлением одного или нескольких опасных факторов (табл. 2), которые создают угрозу здоровью людей, имуществу и окружающей среде.

В рамках выполняемой ВКР был проведен обзор пиротехнических изделий, продаваемых на современном рынке и выбраны наиболее используемая населением пиротехническая продукция:

- ракеты разной дальности и мощности, часто применяемые во дворах жилых зданий во время праздников. Как правило, эксплуатируются с нарушениями техники безопасности, особенно людьми в состоянии алкогольного опьянения;

- петарды, применяемые, как правило, несовершеннолетними в целях развлечения. Поведение изделий данного вида имеет непредсказуемый характер;

- летающие фейерверки, которые имеют большую вероятность попадания в опасную близость к остеклению балконов и окон за счет траектории полета.

Таблица 2. Опасные факторы и опасные зоны пиротехнических изделий

Опасный фактор	Определяющий параметр, единица величины	Уровень опасности (размер зоны)
Пламя или высокотемпературная струя продуктов сгорания	Размеры пламени, м	Все пламя
Разбрасываемые пожароопасные элементы конструкции (горящие таблетки, раскаленные шлаки, искры и пр.)	Радиус разлета, м	Вся площадь, ограниченная радиусом разлета
Тепловое (инфракрасное) излучение	Поверхностная плотность, Вт/м ²	540
Ударная волна при взрыве	Давление, Па	35 · 10 ³
Разлетающиеся поражающие осколки	Радиус разлета, м	Вся площадь, ограниченная радиусом разлета
Движущиеся за счет начальной скорости выброса или под действием реактивной силы пиротехнического изделия или пиротехнического элемента.	Кинетическая энергия, Дж	20
Акустическое излучение	Уровень звука, дБА: - импульсный - длительный	140 120
Оптическое излучение	Плотность потока, Дж/м ²	1 · 10 ⁴
Продукты сгорания или диспергирования в аэрозольном состоянии	Определяют по нормативной и технической документации на пиротехническое изделие	
Специфическое воздействие продуктов сгорания на человека и окружающую среду		

Целью работы является определение зажигательной и взрывной способности пиротехнических изделий. Субъектом воздействия в работе выступают различные виды остекления.

В работе также проведен обзор различных видов остекления балконов, лоджий и окон. Рассматривая виды остекления, показано, что их можно систематизировать по следующим характеристикам:

- в зависимости от типа конструкции (холодное или теплое остекление);
- в зависимости от используемого материала – металлопластиковые, деревянные, алюминиевые рамы;
- в зависимости от типа рам – «французский балкон», обычные рамы, безрамное остекление;
- в зависимости от проекта балкон или лоджия могут быть без выноса, с одним или несколькими выносами.

В настоящей работе объектами для исследования выбраны наиболее часто используемые в быту виды остекления:

1. Пластиковая система остекления, изготовленная в соответствии с [6] применяемая в современном строительстве и обустройстве вторичного жилья на замену старого ветхого остекления.

2. Остекление с алюминиевым профилем с одним листом стекла в соответствии с [7], так же наиболее часто применяемые для холодного остекления балконов и лоджий.

3. Комбинированное остекление импровизированной конструкции с применением листового стекла и москитных сеток. Поскольку в справочно-правовых системах, таких как «Гарант» или «Консультант», отсутствуют какие либо конкретные нормативные документы, нормативные правовые акты на данные конструкции, то в настоящей работе примем, что данный вид остекления соответствует требованиям [8-10].

В связи с этим, необходимо выполнение следующих задач:

1) обзор литературных данных по зажигательной и взрывной способности пиротехнических изделий;

2) разработка экспериментальной установки и методики проведения эксперимента;

3) проведение экспериментального исследования;

4) формулировка выводов по работе.

Последовательная реализация поставленных задач позволит сделать научно-обоснованные выводы по проблематике работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников В.Э. Современная пиротехника. М.: 2014. 480 с.
2. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 51270-99 «Изделия пиротехнические. Общие требования безопасности».
3. *Вогман Л.П., Зуйков В.А.* Нормы и правила по обеспечению пожарной безопасности при обращении пиротехнической продукции часть II. Пожарная безопасность при реализации, хранении, утилизации, транспортировании пиротехнических изделий и проведении фейерверков на открытом воздухе и в помещениях // Пожаровзрывобезопасность. Т. 24 (9). 2015. С. 5-24.
4. Научная электронная библиотека: <https://elibrary.ru>.
5. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 51270-99 «Изделия пиротехнические. Общие требования безопасности».
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 30674-99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия».
7. Межгосударственный стандарт ГОСТ 21519-2003 «Блоки оконные из алюминиевых сплавов».
8. ГОСТ 111-90 (СТ СЭВ 5447-85) «Стекло листовое технические условия».
9. ГОСТ 22017-92 «Полотно гардинное. Общие технические условия» и межгосударственный стандарт.
10. ГОСТ 11214-2003 «Блоки оконные деревянные с листовым остеклением. Технические условия».

УДК 614.87

А. В. Гутовский

ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ПОВЫШЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПОЖАРОВ

В статье рассмотрен вопрос о необходимости создания мобильного технического средства защиты пожарных от повышенных тепловых воздействий, при попадании в окружение горящей кромкой лесного пожара.

Ключевые слова: средство защиты, лесной пожар, тепловой поток, температура.

A. V. Gutovsky

THE ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF TECHNICAL MEANS OF PROTECTION AGAINST HIGH THERMAL EFFECTS OF FIRES

The article deals with the need to create a mobile technical means of protecting firefighters from increased thermal effects, in case of contact with the burning edge of a forest fire.

Keywords: means of protection, forest fire, heat flux, temperature.

Исходя из данных мировой статистики, многие государства на протяжении долгих лет не могут в полной мере решить проблему предотвращения гибели пожарных, попавших в окружение лесного пожара. Были случаи, когда в такой ситуации пожарные подразделения погибали в полном составе. Наиболее ярким примером является трагедия произошедшая в 2013 году в окрестностях Ярнел Хилл, штат Аризона, США. Выполняя задачи по остановке лесного пожара на подступах к населенному пункту, вследствие изменения направления и усиления ветра, отряд пожарных оказался в огненной ловушке, когда пути отступления были отрезаны огнем. Все 19 человек погибли, не смотря на то, что успели применить имеющиеся средства укрытия от огня. С 1959 г ученые США упорно занимались разработкой мобильных средств защиты людей от повышенных тепловых воздействий лесного пожара [6]. В 1964 г в Южной Калифорнии, тридцать шесть жизней были спасены с помощью таких средств. В последующем эти укрытия постоянно совершенствовались, появлялись улучшенные модели, последняя версия которых при практическом применении в 2013 г не выполнила свое назначение. В нашей стране пожарные не имеют подобных средств защиты, не смотря на то, что схожие трагедии происходили и в нашем государстве. Так в 1996 г, вследствие ураганного ветра, пожар перешел в верховой, что привело к гибели 7 сотрудников Туранского лесхоза. В 1997 г в Алтайском крае в огненном кольце погибло 14 человек, из которых 12 работников Федеральной службы лесного хозяйства и 2 сотрудника МЧС России. В 2012 г в республике Тыва, по причине изменения и усиления ветра, оказавшись в огненной ловушке, погибли 8 десантников Авиалесохраны Рослесхоза. Было множество и других подобных случаев, но с меньшим числом жертв за одно событие.

С целью предотвращения подобных случаев, при обследовании лесного пожара, одной из задач является установление путей отхода и возможных мест укрытия [3]. Как показывает практика, не всегда в зоне лесного пожара имеются места укрытия, и не всегда удается воспользоваться путем отхода.

Пожарно-спасательные подразделения МЧС не редко привлекаются для тушения крупных лесных пожаров, которые классифицируются как чрезвычайная ситуация [4]. Пожарные осуществляют тушение в штатной боевой одежде, обладающей минимальными защитными свойствами от тепловых воздействий пожара, позволяя осуществлять тушение огня на расстоянии, и согласно требований [2] иметь устойчивость к воздействию теплового потока мощностью 5 кВт/м^2 и продолжительностью не менее 240 с, устойчивость к воздействию температуры окружающей среды до $300 \text{ }^\circ\text{C}$ не менее 300 с и устойчивость к воздействию открытого пламени не менее 15 с. Но, при попадании человека в боевой одежде в очаг лесного пожара, одежда не обеспечивает предотвращение его травмирования или гибели.

Оценка некоторых технических характеристик существующих средств защиты от повышенных тепловых воздействий, применяемых при тушении техногенных пожаров на предприятиях нефтегазовой, топливной, химической промышленности и других пожароопасных объектах с точки зрения возможности их применения при тушении лесных пожаров приведена ниже.

Например, одними из которых являются комплекты защитной одежды пожарных от повышенных тепловых воздействий различных типов. Среди которых, более защитными свойствами обладает комплект одежды тяжелого типа, такой как ТК-800. Согласно требований [2] он должен обладать устойчивостью к воздействию температуры окружающей среды до $800 \text{ }^\circ\text{C}$ не менее 20 с, устойчивостью к воздействию теплового потока 40 кВт/м^2 не менее 120 с, устойчивостью к воздействию открытого пламени не менее 20 с. По своим характеристикам его превосходит, производимый и сертифицированный в Украине, специальный термозащитный костюм «Индекс-1200», обладающий устойчивостью к воздействию температуры окружающей среды до $1200 \text{ }^\circ\text{C} - 300 \text{ с}$, устойчивостью к воздействию теплового потока $40 \text{ кВт/м}^2 - 600 \text{ с}$ и устойчивостью к воздействию открытого пламени – 20 с.

Так же для защиты от повышенных тепловых воздействий на пожарных, применяются теплозащитные экраны различных модификаций. Среди широкого ряда моделей при выполнении боевых действия с ручным пожарным стволом возможно применение переносного складного экрана типа «Согда -1В», имеющего небольшой вес и компактность, способного защищать от тепловых потоков до 60 кВт/м^2 . Экран переносится и хранится в специальном футляре. Футляр с экраном размещается в отсеке пожарного автомобиля или же непосредственно в салоне специального пожарного автомобиля.

Еще одним средством защиты человека от открытого пламени, повышенных температур и теплового излучения при обеспечении безопасной эвакуации в условиях пожара, является специальная огнезащитная накидка, обладающая устойчивостью к открытому огню с температурой до $800 \text{ }^\circ\text{C}$ не менее 20 с, устойчивостью к влиянию теплового потока плотностью $8,5 \text{ кВт/м}^2$ не менее 180 с, способностью выдерживать влияние температуры окружающей среды $200 \text{ }^\circ\text{C}$ не менее 60 с. Конструкция накидки представляет собой покрывало типа «пончо», которая одевается через голову.

Наибольшими значениями параметров поражающих факторов в лесонасаждениях обладают верховые пожары. Устойчивые (повальные) верховые пожары характеризуются температурой пламени 900-1200 °С, в отдельных случаях 1500° С [1] при которых плотность теплового потока может составлять 290 кВт/м² [5]. Ни одно из выше перечисленных средств, по своим техническим характеристикам, не обеспечит необходимой защиты, если их применить в ситуации попадания в очаг верхового пожара, вследствие окружения.

Таким образом, для предотвращения гибели личного состава в подобных случаях, актуальным является вопрос разработки мобильного технического средства защиты от повышенных тепловых воздействий лесного пожара. В этом направлении в Академии гражданской защиты МЧС России автором статьи выполняется диссертационное исследование. Сущность новой разработки заключается в создании переносного технического средства легкого типа для защиты боевого расчета пожарной машины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреев Ю.А.* Профилактика, мониторинг и борьба с природными пожарами (на примере Алтае-Саянского экорегиона): справочное пособие / Ю.А. Андреев, А.В. Брюханов. Красноярск, 2011. 272 с.
2. ГОСТ Р 53264-2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытания. М.: Стандартинформ, 2009. 37 с.
3. Методические рекомендации по применению сил и средств для тушения лесных пожаров, утверждённые Главным военным экспертом МЧС России в 2014 г.
4. Методические рекомендации по созданию, оснащению и порядку применения аэромобильных групп территориальных органов МЧС России, утверждённые Главным военным экспертом МЧС России в 2014 г.
5. *Butler B. W., Cohen J. D., Latham D. J., Schuette R. D., Sopko P., Shannon K. S., Jimenez D. and Bradshaw L. S.* Measurements of radiant emissive power and temperatures in crown fires. // Canadian Journal of Forest Research. – 2004. – Vol. 34, no. 8. Pp. 1577-1587.
6. *Fody J., Petrilli T.* Developing a more effective fire shelter. // Wildfire. – 2016. – Vol. 25.2, march/april. Pp. 30-33.

УДК 004.92

Г. Д. Демидова, М. Ю. Колобов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В СИСТЕМЕ «ШКОЛА – ТЕХНИЧЕСКИЙ ВУЗ»

Организация учебного процесса направлена на формирование у лицейстов технической грамотности и на получение навыков работы на компьютере в графическом редакторе «КОМПАС».

Ключевые слова: химический лицей, учебный процесс, КОМПАС.

G. D. Demidova, M. Yu. Kolobov

METHODICAL ASPECTS OF TEACHING ENGINEERING GRAPHICS IN THE SYSTEM «SCHOOL - TECHNICAL HIGH SCHOOL»

The organization of the educational process is aimed at the formation in the lyceum students of technical literacy and on obtaining computer skills in the graphical editor COMPASS.

Keywords: chemical lyceum, educational process, COMPASS.

Каждый вуз заинтересован в наборе на первый курс студентов, имеющих достаточные знания для успешного обучения специальностям, по которым университет ведет подготовку. Готовность к обучению в вузе рассматривается как приоритетная цель целостного обучения в системе «Школа – технический вуз».

Для создания единого образовательного пространства в системе «Школа – технический вуз» был создан химический лицей при Ивановском государственном химико-технологическом университете. Учащиеся химического лицея увлекаются химией и мечтают после окончания лицея продолжить обучение в ИГХТУ, стать инженерами – технологами или инженерами – механиками, учеными – химиками, экологами или менеджерами. Занятия в лицее проводят преподаватели университета. Университет предоставляет учебные лаборатории и оборудование для проведения всего комплекса практических и лабораторных занятий по химии, физике, информатике, черчению, спортивные и компьютерные залы.

Дисциплина «Инженерная графика» в системе технического образования входит в ряд базовых общеобразовательных дисциплин.

К большому сожалению, в настоящее время у подавляющего большинства студентов первого курса отсутствуют базовые знания по школьному предмету «Черчение». Отсюда при изучении дисциплины «Инженерная графика» у них возникают проблемы.

Учащиеся химического лицея изучают основы инженерной графики в 11 классе на кафедре механики и компьютерной графики ИГХТУ [1]. Выпускники химического лицея намного легче осваивают дисциплину «Инженерная графика» на 1 курсе. Они, имея высокий уровень знаний, являются в дальнейшем лидерами студенческих групп. В первом семестре текущего учебного года 94 % бывших лицеистов успешно сдали зачет по дисциплине «Инженерная графика». В 2017 году студентка 1 курса 27 группы Крутова Екатерина, выпускница химического лицея, стала лауреатом олимпиады, ежегодно проводимой ИГЭУ по инженерной графике.

Современные условия процесса образования требуют модернизации методик преподавания и создания новых педагогических подходов преподавания дисциплины в химическом лицее.

Процесс обучения дисциплины «Инженерная графика» можно разделить на три взаимосвязанные части: теоретические занятия, практические занятия и самостоятельная работа учащихся.

Работа с лицеистами имеет особенности при формировании учебно-методических материалов и пересмотра их представления. При проведении теоретических и практических занятий мы уделяем большое внимание визуальным средствам подачи учебного материала. Не случайно возникло высказывание: «Лучше один раз

увидеть, чем сто раз услышать». Лицеистам интересны наглядные красочные изображения, они легче осваивают и запоминают теорию. Основой теоретических занятий является набор электронных слайдов, передающих на экран графическую информацию. Электронные презентации формата Microsoft PowerPoint позволяют эффективно использовать время занятий.

При создании методического пособия для учащихся химического лица [1] мы уделили большое внимание наглядности изображений и точности определений.

Повышение эффективности обучения черчению зависит от внедрения в процесс компьютерных технологий. С помощью информационных технологий на уроках черчения развиваем пространственное мышление у лицеистов, основой которого является умение видеть простейшие геометрические тела в окружающих предметах, имеющих сложную форму.

Применение компьютерных технологий позволяет значительно экономить время при демонстрации пространственных геометрических образов.

После изучения основ инженерной графики традиционными методами, позволяющими усвоить логику и правила построения чертежей, мы знакомим учащихся химического лица с компьютерной программой «КОМПАС». «КОМПАС» - это Комплекс Автоматизированных Систем для решения широкого круга задач проектирования, конструирования, подготовки производства в различных областях деятельности человека.

Разработанный специалистами российской фирмы АО «АСКОН», «КОМПАС» быстро и легко осваивается лицеистами, значительно ускоряя процесс разработки чертежной документации и заметно повышая ее качество. Освоение компьютерной графики базируется на знании стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и методов построения чертежей. Лицеисты, знакомясь с графическим пакетом КОМПАС, продолжают изучать инженерную графику. Работа на компьютере вызывает у них большой интерес. Следует отметить, что графическое образование, реализуемое без применения информационных технологий, не может считаться современным.

Проверка знаний лицеистов осуществляется при помощи электронных тестов и контрольных и самостоятельных работ. Применение тестов позволяет за достаточно короткое время определить уровень усвоения материала (минимальный, базовый, продвинутой), определить пробелы в знаниях и внести коррективы.

Задания для контрольных работ имеют два уровня: минимальный и базовый.

Таким образом, организация учебного процесса на кафедре механики и компьютерной графики ИГХТУ в системе «Школа - технический вуз» направлена на формирование у лицеистов технической грамотности и на получение навыков работы на компьютере в графическом редакторе «КОМПАС».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демидова Г.Д., Колобов М.Ю. Компьютерные технологии при изучении инженерной графики в системе «школа – технический вуз» // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов. Иваново, 2017. С. 475-477.

УДК 343.148

В. В. Заводова, Н. Е. Егорова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КЛАССИФИКАЦИЯ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Судебной экспертизе все чаще подвергается компьютерная техника. В статье рассматриваются основные виды компьютерно-технической экспертизы и программные средства, предназначенные для ее проведения.

Ключевые слова: экспертиза, компьютерное преступление, программные средства.

V. V. Zavadova, N. E. Egorova

CLASSIFICATION AND METHODS OF CONDUCTING COMPUTER-TECHNICAL EXPERTISE

Computer equipment is increasingly exposed to technical forensic examination. The article discusses the main types of computer-technical expertise and software designed for its implementation.

Keywords: expertise, computer crime, software.

В современном информационном мире компьютерная техника зачастую становится средством совершения преступления. Безошибочное экспертное исследование компьютеров становится гарантом необходимых доказательств.

Судебная компьютерно-техническая экспертиза проводится для диагностирования средства как предмета, распознавания его роли в общественно опасном деянии, для получения необходимого, доказательного материала.

Можно выделить несколько подвидов компьютерно-технической экспертизы [1] (см. рис. 1).

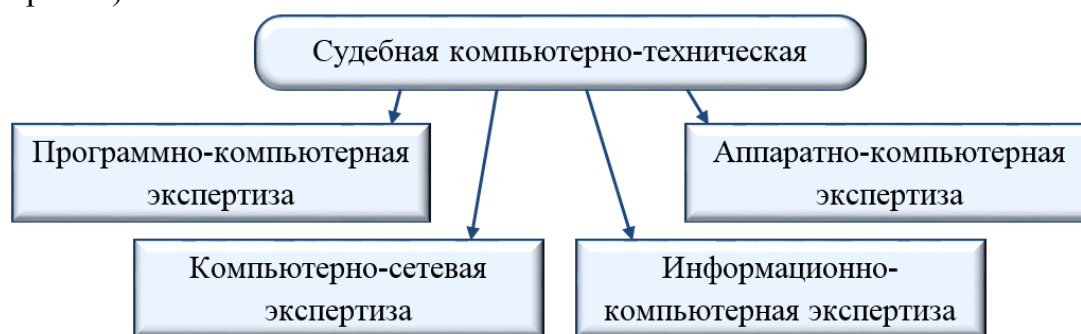


Рис. 1. Классификация судебной компьютерно-технической экспертизы

Поясним предназначение каждого из подвидов представленной классификации.

Программно-компьютерная (ПКЭ) определяет основные характеристики оперативных систем исследуемых объектов; выявляет настройки, функции программного

обеспечения объекта; диагностирует алгоритмы продукта, выявляет изменения программы, выявляет отклонения программ, выявляет изменения в программах, также может установить контрафактность либо оригинал программы.

Аппаратно-компьютерная экспертиза (АКЭ) чаще всего назначается в ходе гражданского или уголовно дела с целью выявления закономерностей использования операционных систем и программного обеспечения.

Информационно-компьютерная экспертиза (ИКЭ) определяет способы форматирования данных на диске, способа записи данных на него, выявляет специфические характеристики размещение информации на носителе, распознает типы обнаруженных данных на носителе, устанавливает содержание защищенное информации, выявляет несоответствие состояния данных и определение их типа.

Компьютерно-сетевая экспертиза (КСЭ) проверяет функциональное, а так же техническое состояние средства, если доступ к некоторым данным закрыт, то открывает его, устанавливает изначальное состояние сети, компонентов, выявляет удаление и добавление сетевых устройств, оценивает состояние вычислительной системы, на основе отображения информации на носителях.

При проведении компьютерно-технической экспертизы применяются специализированные программные средства. В большинстве случаев компьютерные эксперты применяют один из следующих зарекомендовавших себя программных комплексов:

- система Vagon International;
- система ILOOK Investigator;
- система EnCase.

В основе экспертизы с применением средства Vagon International лежит технология получения копий содержания носителей необходимых данных и проведения на них в последующем операций. Копия создается путем посекторного записывания информации на исследуемом носителе (см. рис. 2). Данный метод постепенно становится очень популярен для большинства экспертных учреждений.

Данное средство спроектировано для получения качественных доказательств, они включают следующие принципы:

- любые действия экспертов не должны изменять файлы, программы, добавлять какую-то новую информацию,
- предварительный осмотр файлов должен не зависеть от последующей работы.

Система ILOOK Investigator обеспечивает разработку продвижения, эволюции судебной экспертизы в сфере новейших технологий.

Данный системный комплекс является судебным инструментом для разностороннего анализа и исследования предложенного устройства. Эту систему используют для экспертизы полноценной системы по средства создания копии, образа информации, также и для исследования отдельных файлов разных типов.



Рис. 2. Проведение компьютерно-технической экспертизы

Компания, выпускающая программный комплекс EnCase, является лидером по разработке средств обучения для судебных экспертов в сфере компьютерных технологий. Этот комплекс обеспечивает полный пакет стадий исследования от начала и до конца.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что работы направленные на развитие программных и технических средств проведения компьютерных экспертиз сыграют положительную роль в борьбе с современными преступлениями в сфере высоких информационных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усов А. И. Судебно-экспертное исследование компьютерных средств и систем: основы методического обеспечения. М., 2003.

УДК 614.842

Г. С. Зимин, А. О. Семенов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР НАИБОЛЕЕ КРУПНЫХ АВАРИЙ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

В работе рассмотрены крупные аварии и пожары на химических опасных объектах, связанные с производством, транспортировкой и хранением аварийно химически опасных веществ. Последствия данных аварий показали всю сложность принимаемых управленческих решений по тушению пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций на химических опасных объектах.

Ключевые слова: аварийно химически опасное вещество, химически опасный объект, чрезвычайная ситуация, пожар.

G. S. Zimin, A. O. Semenov

AN OVERVIEW OF THE MOST MAJOR ACCIDENTS ON CHEMICALLY HAZARDOUS OBJECTS

The work considers major accidents and fires at chemical hazardous facilities associated with the production, transportation and storage of chemically hazardous substances. The consequences of these accidents showed the complexity of the management decisions taken to extinguish fires and eliminate emergencies at chemically hazardous facilities.

Keywords: chemically dangerous object, emergency situation, fire.

Под аварийно химически опасным веществом (далее - АХОВ) понимают опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (розливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях. При проливе, или выбросе в

окружающую среду данное вещество способно вызвать массовые поражения людей, животных, приводит к заражению воздуха, почвы, воды, растений. Определенные виды АХОВ находятся в больших количествах на предприятиях, их производящих или использующих в производстве. В России насчитывается более трех тысяч шестисот химически опасных объектов, а сто сорок шесть городов с населением более ста тысяч человек расположены в зонах повышенной химической опасности. В случае аварии может произойти поражение людей не только непосредственно на объекте, но и за его пределами, в ближайших населенных пунктах. Так, на территории России за последние 30 лет произошло более 120 крупных аварий, связанных с производством, транспортировкой и хранением АХОВ. Только в 1994 г. произошло более 1 тыс. аварий техногенного характера и среди них многие с выбросом АХОВ. Человечество пережило огромное количество техногенных ЧС, связанных с рассматриваемыми авариями. Вот 8 самых масштабных...

1 июня 1974 года в городе Фликсборо гр. Линдси (Великобритания) на химическом заводе компании «Нипро Кемикл Плант» произошел мощный взрыв парового облака циклогексана с последующим крупным пожаром. В результате аварии погибли по разным данным от 30 до 64 человек и 75 получили ранения. Катастрофа причинила материальный ущерб на колоссальную сумму - 36 миллионов фунтов стерлингов. Такой катастрофы английская промышленность еще не знала. Химический завод в Фликсборо практически перестал существовать. Большинство зданий, располагавшихся на территории предприятия, серьезно пострадали, причем те из них, в которых размещались операторная комната и основные служебные помещения, были полностью разрушены. Серьезно пострадало оборудование предприятия. 1821 здание, 167 магазинов и различных учреждений, расположенных за территорией предприятия, были повреждены.

В июле 1976 года маленький итальянский городок Севесо стал жертвой ужасной экологической катастрофы, произошедшей на местном химическом заводе. В атмосферу вырвалось смертоносное облако ядовитого газа. Его разрушительные последствия оказали воздействие на жизнь многих поколений горожан.

В Китае в сентябре 1978 г. в результате аварии на химическом заводе в городе Сучжоу в реку попали 28 тонн цианистого натрия. Этого количества достаточно, чтобы погибли 48 миллионов человек, однако газета «Чжунго циннянь бао» сообщила, что число жертв составило лишь 3 тысячи.

Одной из наиболее значительных мировых химических катастроф XX века можно считать взрыв на заводе компании Union Carbide, случившийся 2 декабря 1984 года в Бхопале (Индия) и приведший к отравлению и гибели 4035 человек. Пострадало более 40 тыс. человек. От облака 43 тонн токсичного газа метилизоцианата (токсичность метилизоцианата превышает токсичность фосгена в 2-3 раза), вырвавшегося с территории завода, была заражена территория длиной 5 км и шириной 2 км.

1 ноября 1986 года произошёл пожар на складе химической фабрики в Швейцарии. Во время тушения пожара в Рейн вылилось около 30 тонн сельскохозяйственных ядохимикатов. Погибли миллионы рыб, была заражена питьевая вода.

1 февраля 1988 года при железнодорожной катастрофе в г. Ярославле произошел разлив гептила, относящегося к АХОВ первого класса токсичности. В зоне возможного поражения оказались около 3 тысяч человек. В ликвидации последствий аварии участвовали около 2 тысяч человек и большое количество техники.

20 марта 1989 году произошла химическая авария в г. Ионаве (Литва). Около 7 тыс. тонн жидкого аммиака разлилось по территории завода, образовав озеро ядовитой жидкости с поверхностью около 10 тыс. кв. м. От возникшего пожара произошло возгорание склада с нитрофоской (ее термическое разложение происходит с выделением ядовитых газов). Глубина распространения зараженного воздуха достигала 30 км и только благоприятные метеорологические условия не привели к поражению людей.

В августе 1991 года в Мексике во время железнодорожной катастрофы с рельсов сошли 32 цистерны с жидким хлором. В атмосферу было выброшено около 300 тонн хлора. В зоне распространения зараженного воздуха получили поражения различной степени тяжести около 500 человек, из них 17 человек погибли на месте. Из ближайших населенных пунктов было эвакуировано свыше тысячи жителей.

Представленная статистика показывает, что аварии и пожары на химически опасных объектах приводят не только к огромному ущербу, но в первую очередь к гибели людей и заражению окружающей среды. Следовательно, для исключения гибели людей и животных, а также сокращения ущерба от пожаров и ЧС необходима их ликвидация на начальном этапе, т.е. сокращение времени на принятие управленческих решений руководителя тушения пожара (далее – РТП). В свою очередь, для обеспечения РТП объективной информацией (в кратчайшие сроки) по решению основной задачи при тушении пожаров и ликвидации ЧС на данных объектах должны быть использованы различные информационные системы поддержки управления. Внедрение данных информационных технологий в деятельность пожарно-спасательных подразделений повысит качество принимаемых решений руководителем тушения пожара, так как от условий информационного обеспечения зависит эффективность реализации действий по тушению пожаров и ликвидации ЧС на химически опасных объектах [1,2,3,4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенов А.О., Тараканов Д.В., Лабутин А.Н. Методика многокритериальной оценки эффективности тушения пожаров на объектах химической промышленности // Современные наукоемкие технологии, региональное приложение №3, год 2012. С 101–104.

2. Семенов А.О., Тараканов Д.В., Лабутин А.Н. Алгоритмы формализации информации об относительной важности показателей эффективности действий по тушению пожаров на объектах химической промышленности // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2012. № 2. С. 95-97.

3. Семенов А.О., Лабутин А.Н., Тараканов Д.В. Методика определения показателей предпочтительности вариантов действий по ликвидации чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2012. № 3. С. 51-54.

4. Семенов А.О., Тараканов Д.В. Алгоритм многокритериального выбора вариантов расстановки сил и средств при тушении пожаров с применением имитационного моделирования // Технологии техносферной безопасности. 2011. № 4 (38). С. 2.

УДК 331.45

*Т. Т. Каверзнева**, *Л. А. Киреева**, *И. Л. Скрипник***, *С. В. Воронин***

* ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

** ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПО ТУПИКОВОМУ УЧАСТКУ ТОННЕЛЯ ПРИ ОТКЛЮЧЕННОЙ СИСТЕМЕ ВЕНТИЛЯЦИИ

В статье рассматриваются проблемы обеспечения необходимых параметров воздуха рабочей зоны в тупиковых участках тоннелей, в случае отключения питания вентиляционной системы. Предлагается применение нейросетевого подхода для моделирования распространения вредных веществ по тоннелю на этапе строительства и эксплуатации.

Ключевые слова: безопасность, условия труда, строительная отрасль, диффузия вредных веществ.

T. T. Kaverzneva, L. A. Kireeva, I. L. Skrypnyk, S. V. Voronin

THE SPREAD OF POLLUTION OF THE AIR ENVIRONMENT AT THE DEAD END SECTION OF TUNNEL WHEN YOU TURN OFF THE VENTILATION SYSTEM

The article considers the problems of providing the necessary air parameters of the working area in dead-end tunnels in case of ventilation systems powered off. The application of neural network approach for modeling pollutants spread in the working zone air of tunnels during their construction and operation is offered.

Keywords: safety, working conditions, construction industry, diffusion of harmful substances.

Жители мегаполисов вынуждены жить в условиях неблагоприятного экологического воздействия. Уже стал привычным термин «загрязнения», отнесенный к целому ряду вредных факторов, оказывающих на человека негативное влияние [1]. Загрязнение воздушного и водного бассейна, шумовое, электромагнитное, тепловое – эти понятия стали привычно использоваться не только специалистами в своей области, но и в популярной литературе и средствах массовой информации.

Перечисленные выше все виды загрязнений с которыми сталкивается человек сокращают длительность его существования, трудоспособный период, снижают качество жизни, приводят к целому ряду серьезных заболеваний [2]. В своей профессиональной трудовой деятельности человек дополнительно может подвергаться воздействию большого количества вредных и опасных производственных факторов. Поэтому в данном направлении проводятся научно-исследовательские работы по подготовке новых способов и средств защиты человека.

Одной из актуальных задач при строительстве тоннелей метрополитена, подземных автомобильных и железнодорожных магистралей, для обеспечения безопасности, проводимых работ, является постоянный мониторинг воздушной среды, которая в подземных сооружениях может быть загрязнена источниками различного харак-

тера. В основном данная задача по созданию благоприятной воздушной среды решается с применением оптимальной системы вентиляции. Однако на этапе строительства во внестатных ситуациях может потребоваться проведение комплекса ремонтных мероприятий, в условиях отсутствия или отключения вентиляции.

Нахождение на большой глубине обслуживающего персонала требует соблюдения необходимых параметров воздушной среды, что достигается выбором обоснованной инженерными расчетами кратности воздухообмена систем естественной и искусственной вентиляцией. Чрезвычайные ситуации, случаи возгорания и тления, произошедшие за последние годы в тоннелях метрополитена, показывают, что даже кратковременный выход из строя системы вентиляции может приводить к гибели людей.

Для обеспечения безопасности работников, находящихся в тоннеле важно иметь возможность (методику) прогнозирования распространения по тоннелю опасных концентраций вредных веществ. Содержание их в воздухе рабочей зоны не должна превышать предельно допустимую концентрацию (ПДК), установленную действующими нормативными документами.

Выполненная исследовательская работа описывает распространение вредных веществ в тупиковом участке тоннеля по его длине в случае выхода из строя искусственной вентиляции. В качестве исходных данных принимается, что при отсутствии вентиляции для описания распространения вредных веществ по тоннельному каналу в первом приближении можно воспользоваться уравнением диффузии. В работе рассматривается задача по их распространению от источника, расположенного в глубине канала (туннеля), позволяющая по концентрации вредного вещества на его выходе рассчитать и построить распределение зон опасных концентраций по каналу.

Для оперирования величинами, имеющими разную размерность, проведена их нормировка по длине тоннеля и коэффициенту диффузии.

Исследования проводились по следующим направлениям:

- на основе восприятия запахов органами обоняния человека, способными улавливать даже малые концентрации вредных веществ;
- на основе данных возможных измерений концентрации вредных факторов контрольными приборами.

Полученные характеристики сравнивались с результатами, прогнозируемыми с помощью методов построения нейросетевых и гибридных математических моделей и явлений в сложных технических системах [3].

Анализ сравнения результатов практических измерений и результатов, полученных с помощью математических моделей, показал, что при наложении областей распространения вредных веществ в концентрациях, превышающих ПДК, по времени и расстоянию в одной системе отчета, в первом случае имеет место расхождение, объясняемое субъективностью восприятия человека вредных факторов, а во втором случае данные области совпадают. Это доказывает адекватность и достоверность использования методов построения нейросетевых и гибридных математических моделей и явлений в сложных технических системах и возможность их применения в других предметных областях [4, 5].

В дальнейших исследованиях необходимо учесть объемное распространение и проведение нормировки по большему количеству разнородных параметров, с учетом их коэффициентов весомости, рассмотреть наиболее значимые области тоннеля, в которых могут находиться вредные вещества с учетом физиологических данных человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каверзнева Т.Т. Физиология человека: учеб. пособие / Т.Т. Каверзнева. – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2008. 155 с.
2. Каверзнева Т.Т., Чумаков Н.А., Смирнова О.В. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: учебное пособие. СПб.: Изда-во Политехн. ун-та, 2013. 495 с.
3. Тархов Д.А., Каверзнева Т.Т., Лазовская Т.В., Идрисова Д.И. Нейросетевое моделирование распределения вредных веществ в тупиковом участке тоннеля // Материалы XIX Международной конференции по вычислительной математике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2015), 24-31 мая 2015 г., Алушта.- М.: Изд-во МАИ. 2015. С. 176-178.
4. Идрисова Д.И., Каверзнева Т.Т., Лазовская Т.В., Тархов Д.А. Использование нейросетевого подхода для моделирования параметров воздушной среды в тоннелях // В сборнике: Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике. Сборник статей XV Международной научно-технической конференции. Под редакцией В.И. Горбаченко, В.В. Дрождина. Пенза: Приволжский Дом Знаний, 2015. С. 77-80.
5. Ефремов С.В., Каверзнева Т.Т., Тархов Д.А. Нейросетевое моделирование в охране труда. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. 136 с.

УДК 614.8

Т. Т. Каверзнева^{*}, В. А. Сенченко^{}, И. Л. Скрипник^{***}**

^{*} ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

^{**} ПАО Ростелеком» Волгоградский филиал

^{***} ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ НА ВЫСОТЕ

В статье исследуются риски технических систем обеспечения безопасности работ на высоте. Рассматриваются технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на высоте; обосновывается роль надежности анкерного устройства в системе обеспечения безопасности работ.

Ключевые слова: работа на высоте, риск падения, функциональность и надежность, риск разрушения элементов.

T. T. Kaverzneva, V. A. Senchenko, I. L. Skrypnyk

RELIABILITY OF THE SECURITY SYSTEM FOR PROTECTING THE HEIGHT AT THE HEIGHT

The article examines the risks of technical systems to ensure the safety of works at altitude. Technical measures ensuring safety of work at height are considered; the role of the reliability of the anchor device in the safety management system is justified.

Keywords: work at height, risk of falling, functionality and reliability, risk of destruction of elements.

Работы на высоте традиционно характеризуются повышенным травматизмом и классифицируются как работы с повышенной опасностью [1,2]. Падение работника даже со сравнительно небольшой высоты при определенных условиях может закончиться трагически (последняя версия нормативных документов, к сожалению, повысила планку отнесения понятия «работы на высоте» до 1,8 метров, что может привести работодателя к недооценке опасности при производстве работ, проводимых на высотах, менее указанной планки). Также важно отметить, что последствия травм, не отнесенных к категории тяжелых, может в дальнейшем повлиять на работоспособность и здоровье [3,4] пострадавшего в результате падения с высоты. Правилами по охране труда при работе на высоте (далее Правила № 155н), утвержденными приказом Минтруда России от 28.03.2014 № 155н, разработан ряд технических и организационных мероприятий, направленных на предотвращение несчастных случаев, связанных с проведением работ на высоте.

Системы обеспечения безопасности работ на высоте должны быть эффективны и надежны для случаев удержания человека (удерживающие системы), позиционирования во время работы (системы позиционирования), а также обеспечивать страховку (страховочные системы) и эвакуацию человека в безопасное место (системы спасения и эвакуации).

Системы обеспечения безопасности работ на высоте состоят из анкерного устройства, привязи (страховочной, для удержания, для позиционирования, для положения сидя), соединительно-амортизирующей подсистемы (стропы, канаты, карабины, амортизаторы, средство защиты втягивающегося типа, средство защиты от падения ползункового типа на гибкой или на жесткой анкерной линии) [5,6]. Любую систему в общем случае можно представить состоящей из нескольких подсистем, каждое звено в подсистеме обеспечивает надежное функционирование системы в целом. Любое неработающее звено приведет к отказу всей системы.

Чтобы страховочное оборудование было действительно функциональным и надежным, требуется проведение оценки риска возможного разрушения его составных элементов.

Риск работы на высоте обусловлен риском возможности падения с высоты, риском при использовании страховочного оборудования, ошибкой самого исполнителя и тяжестью ущерба от остановки падения. Страховочная цепь состоит из следующих элементов: страховочная (удерживающая); соединительный элемент (карабин); анкерная точка крепления; строп регулируемой длины для удержания работника. Имея данные по элементам страховочной цепи [6, 7], получаем, что риск разрушения страховочной цепи составит 0,000342. Можно предполагать, что безопасность страховочной цепи будет обеспечена при условии, что структурный анкер выдержит нормативную нагрузку в 22 кН.

Таким образом, одним из основных элементов системы обеспечения безопасности работ на высоте является анкерное устройство, обеспечение надежной эксплуатации которого является важной задачей.

Показателями надежности каждого элемента системы являются безотказность работы, долговечность, ремонтпригодность и сохранность. В работах [8, 9] было показано, что при установке переносных анкерных устройств происходит нарушение целостности материалов, в которые проводится установка анкера, что приводит к появлению так называемого «слабого звена». Предлагается отказаться от переносных анкерных устройств и перейти к стационарным, что повысит безопасность выполне-

ния работ на высоте, обеспечит гарантированное крепление страховочных систем при производстве работ, а также безотказность, долговечность и ремонтпригодность при эксплуатации.

Создание стационарных анкерных точек позволит их использовать по различным назначениям, например, при проведении любых ремонтных и ремонтно-восстановительных работах, при необходимости организации эвакуации людей с зданий и сооружений при пожарах и т.д. Следует, конечно, обеспечить соответствующий контроль за состоянием износа стационарных конструкций [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д.А. Тархов, Т.Т. Каверзнева, Д.И. Идрисова. Анализ причин тяжелого и смертельного травматизма на строительной площадке // Горное дело в XXI веке: технологии, наука, образование-2. Г69 Материалы Международной научно-практической конференции. В 2 т. Т. 2. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal). 2015. № 11 (специальный выпуск 60-2). — 648 с. — М.: Издательство «Горная книга». С. 244-253.
2. Сенченко В.А., Каверзнева Т.Т. Организационные меры безопасности при проведении работ на высоте на малых предприятиях в строительстве // Безопасность и охрана труда. 2015. №3 (64). С. 71-76.
3. Каверзнева Т.Т., Чумаков Н.А., Смирнова О.В. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: учебное пособие / СПб.: Изда-во Политехн. ун-та, 2013. 495 с.
4. Каверзнева Т.Т. Физиология человека : учеб. пособие / Т.Т. Каверзнева – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2008. 155 с.
5. Сенченко В.А., Карауш С.А., Каверзнева Т.Т. Обеспечение безопасности работ на плоских крышах зданий // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 1 (71). С. 227-234.
6. Расчет рисков от использования средств индивидуальной защиты от падения с высоты / А.А. Ступаков, Г.Д. Леликов // Техника безопасности в строительстве. 2014. № 12 (846). С. 50-54.
7. Средства защиты от падения с высоты VENTO. [Электронный ресурс] // [сайт]. Режим доступа: http://www.vento.ru/images/VENTO_Pro_2016.pdf. Дата обращения 10.011.2017.
8. Сенченко В.А., Каверзнева Т.Т. Производство работ на двухскатных крышах // Охрана труда и техника безопасности в строительстве. 2017. № 3 (147). С. 36-43.
9. Сенченко В.А., Карауш С.А., Каверзнева Т.Т. Меры безопасности при производстве работ на двускатных крышах // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2017. Т. 8. № 2. С. 5–14. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.2.01.
10. Каверзнева Т.Т., Смирнова О.В. Влияние износа строительного оборудования и ручного инструмента на условия труда рабочих // Безопасность в техносфере. – 2013. - №3 (42), май-июнь, С. 14-18.

УДК 378

Е. Н. Кадочникова, С. В. Воронин, И. Л. Скрипник

ФГОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В статье рассматриваются этапы подготовки методики определения уровня профессиональной подготовки обучающихся: организационно-поисковый; опытно-экспериментальный и заключительный, обобщающий результаты исследования. На каждом этапе определяется необходимый комплекс мероприятий для его проведения.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, методика, обучение, образовательный процесс, автоматизированная обучающаяся система.

E. N. Kadochnikova, S. V. Voronin, I. L. Skrypnik

DEVELOPMENT OF METHODS OF PROFESSIONAL TRAINING STUDYING

The article discusses the stages of preparation of methods for determining the level of professional training of students: organizational-search; experimental and final, summarizing the results of the study. At each stage the necessary complex of actions for its carrying out is defined.

Keywords: professional training, methodology, training, educational process, automated training system.

Основами государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности определяются цель, задачи и приоритетные направления на период до 2030 года. В качестве одной из основных задач является повышение качества образовательного процесса [1].

В результате проведенного комплексного исследования вопросов эффективности образования разработана методика определения уровня профессиональной подготовки (ПП) специалистов ГПС МЧС России, которая включает психологический, социально-педагогический, технологический и управленческий аспекты, направленная на систематизацию, повышение, качества обучения, с постоянной проверкой и оценкой полученных результатов [2].

При разработке структуры методики качестве теоретического обоснования использовались модели инновационной системы процесса обучения, организуемого в ВУЗе. При этом предполагалось, что организация ПП обучающихся станет начальным этапом в системе подготовки специалистов ГПС [3] МЧС России и будет осуществляться в специально созданных организационно-педагогических условиях.

В методике выделяют три этапа:

- организационно-поисковый;
- опытно-экспериментальный;
- заключительный, обобщающий результаты исследования.

На организационно-поисковом этапе исследовались [4,5]:

- состояние проблемы в теории и практике ППС специалистов ГПС МЧС России;
- социально-экономическая, психолого-педагогическая литература по истории и традициям ГПС;
- опыт ППС сотрудников пожарно-спасательных служб различных стран мира;
- существующая организация обучения в ВУЗах ГПС МЧС России.

В результате выполненной работы установлено, что для подготовки специалистов пожарной безопасности соответствующего уровня квалификации необходимо [6-8]:

- модернизация учебно-материальной базы (оснащение учебных классов техническими, современными средствами обучения и оборудованием с новым программным обеспечением);
- внедрение в практику работы профессорско-преподавательского состава (ППС) передовых лично и деятельно-ориентированных психолого-педагогических и информационных технологий;
- ориентация учебно-воспитательного процесса на целевое развитие и саморазвитие профессиональных способностей обучающихся;
- повышение уровня специальной квалификации ППС, задействованных в учебном процессе;
- создание благоприятной среды и атмосферы для совместной деятельности ППС и обучающихся, возможности самореализации;
- определение структуры и содержания обучения;
- подготовка учебно-методических материалов в соответствии с ФГОС, интегрирующих требования программ специального профессионального обучения пожарных и спасателей.

По окончании первого этапа была откорректирована методика исследования. Определены основные концептуальные положения создания условий для внедрения в процесс обучения инновационных форм и методов организации профессионального обучения, повышения квалификации ППС, задействованных в этом процессе, разработки программы итогового контроля, подготовки учебно-методических материалов. Второй этап реализовывался на базе кафедры университета. На нем:

- отрабатывалась профессионально-личностная модель обучения, учебно-методическое обучение;
- корректировались основные положения методики исследования;
- проводился поэтапный анализ и экспертная оценка результатов обучения, обосновывались критерии и показатели уровня подготовки обучающихся;
- осуществлялся совместный поиск оптимальных организационно-педагогических условий, форм и методов;
- дорабатывалось содержание информационного обеспечения учебного процесса с применением автоматизированной обучающей системы (АОС);
- проводились методические занятия с ППС, задействованным в организации процесса обучения.

Изменение модели профессионального образования, ориентация на развитие и саморазвитие личности потребовали выбора критериев оценки состояния (результата) процесса обучения, его результативности, степени соответствия новым направлениям подготовки специалистов ГПС МЧС России.

Третий этап включал [9]:

- сбор статистических данных, их обработку, сопоставление с целями и задачами исследования;
- уточнение критериев определения качества ПП;
- обобщение, систематизацию, качественный анализ, описание результатов опытно-экспериментальной работы;
- анализ внедрения АОС с учебно-методическим обеспечением;
- итоговую диагностику качества обучения.

Разработанная методика позволит повысить качество образовательного процесса по ПП и подготовить высококвалифицированных специалистов для системы ГПС МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года.

2. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Особенности работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности. // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 126-128.

3. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Специфика работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35). 2017. С.38-42.

4. *Скрипник И.Л., Воронин С.В., Савенкова А.Е.* Основные направления по совершенствованию подготовки специалистов ГПС МЧС России // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 3(36). 2017. С.56-60.

5. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21). 2017. С.58-68.

6. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Одна из составляющих образовательного процесса-развитие учебно-материальной базы кафедры // Система обеспечения пожарной безопасности. Состояние, тенденции, пути развития. Сборник статей и докладов научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 25-26 мая 2017 года. - Санкт-Петербург, Военный институт (инженерно-технический), 2017, С. 234-240.

7. *Воронин С.В., Скрипник И.Л., Балабанов В.А.* Роль личностного и деятельно-ориентированного подходов при профессиональной подготовке обучающихся в ВУЗе ГПС МЧС России // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. 26 дек. 2017 г. / Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановский пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. Воронеж, 2017. С. 35-40.

8. *Воронин С.В., Скрипник И.Л., Кадочникова Е.Н.* Характеристика дидактического комплекса для информационного обеспечения профессиональной подготовки обучающихся // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. 26 дек. 2017 г. / Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановский пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. Воронеж, 2017. С. 606-611.

9. Балабанов В.А., Воронин С.В., Скрипник И.Л. Система контроля качества профессиональной подготовки специалистов ГПС МЧС России // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. 26 дек. 2017 г. / Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановский пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. Воронеж, 2017. С. 21-26.

УДК 378

Е. Н. Кадочникова, С. В. Воронин, И. Л. Скрипник
ФГОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

В статье представлен анализ содержания учебно-методического комплекса дисциплины «Пожарная безопасность электроустановок», описаны основные блоки. Представлены результаты апробации в учебном процессе.

Ключевые слова: учебно-методическое обеспечение, профессиональная подготовка.

E. N. Kadochnikova, S. V. Voronin, I. L. Skrypnik

THE MAINTENANCE OF THE MAIN STAGES OF METHODOLOGICAL PROVIDING ON FORMATION OF SPECIAL DISCIPLINES

The article presents an analysis of the content of the educational and methodical complex of the discipline «Fire safety of electrical installations», describes the main blocks. The results of testing in the educational process are presented.

Keywords: educational and methodical providing, vocational training.

Одной из существующих проблем, в области профессиональной подготовки обучающихся, остается недостаточная разработка учебно-методического обеспечения (УМО), которая выполняется в следующей последовательности:

- определяются цели и задачи каждой учебной дисциплины;
- формируются общекультурные, профессиональные компетенции;
- подготавливается учебно-методический комплекс (УМК) дисциплины.

Анализ УМК, используемых в образовательном процессе обучающихся системы высшего специального профессионального образования ГПС МЧС показал, что в них:

- изложен достаточно большой, избыточный по объему информации материал;
- стиль написания учебных пособий сложный и с трудом воспринимается обучающимися;
- программно-содержательный материал является разрозненным и не систематизированным.

Разработка УМК производится в следующей последовательности:

- составляется учебный план специальности, в котором распределяется время по семестрам (годам обучения), количество часов, отводимое на теоретическое обучение, экзаменационные сессии, учебную и производственную практики, государственные экзамены, защиту выпускных квалификационных работ, каникулы;
- формируются дисциплины базовой части, в вариативной части конкретизируются обязательные и дисциплины по выбору;
- определяется форма отчетности (контрольные, курсовые работы (проекты), зачет, экзамен).

В настоящее время все содержание УМК сосредотачивается в специальном программном обеспечении, особенностями которого является:

- единая система объединенных между собой программных средств, с целью сбора, обработки, хранения, передачи и воспроизведения необходимых материалов для участников образовательного процесса;
- взаимосвязь элементов между собой, создание единой иерархической, информационной структуры;
- применение в локальных распределенных компьютерных сетях ВУЗа, системе заочного дистанционного обучения [1];
- проектирование и конструирование системы с учетом наращивания будущих возможностей в техническом и в информационном плане;
- возможность дальнейшего совершенствования, самообразования и адаптации с учетом последних достижений науки и техники, появления новых направлений в теории педагогики, психологии, учитывая особенности обучающихся.

При разработке УМК необходимо учитывать психологические и педагогические требования к содержанию дисциплины и специфику обучения в подразделениях ГПС МЧС России [2,3].

Анализ содержания УМК специальной дисциплины «Пожарная безопасность электроустановок» (ПБЭ), позволил сформировать следующие блоки УМО [4]:

1. Содержательный - рабочая программа учебной дисциплины.
2. Процессный - комплект средств информационной поддержки.
3. Контролирующий – система контроля и оценки знаний обучающихся.

В содержательном блоке определены и подробно описаны цели, задачи, реализуемые в период обучения, выполнено описание содержания этапов обучения, требования компетенций.

Рабочая программа является средством конкретизации содержания всего цикла обучения. В ее содержании отражается вся необходимая информация, которая составляет основу усваиваемого материала.

Во втором (процессном) блоке осуществлена работа по выбору и разработке материалов, гарантирующих достижение заданных целей обучения. Подробная их подготовка осуществляется в методических указаниях по организации обучения.

Первый элемент второго блока – компьютерный учебник, который является основным носителем научного содержания учебной дисциплины.

Текстовая часть компьютерного учебника представляет собой специально подготовленный курс лекций с методическими рекомендациями по самостоятельному изучению учебного материала с использованием дополнительных элементов УМК:

- электронных конспектов лекций;

– наборов динамических и статических компьютерных презентаций по каждой из тем учебной дисциплины;

– электронного альбома схем и наглядных пособий.

В компьютерном банке по дисциплине ПБЭ реализованы в электронном виде 131 презентация, которые разбиты на пять самостоятельных тем.

Электронный практикум по дисциплине – гипертекстовая структура с темами, по которым учебной программой предусмотрены самостоятельные, практические и групповые занятия. Лабораторный (виртуальный) практикум включает в себя выполнение четырех лабораторных работ, которые обучающиеся выполняют под руководством двух преподавателей на лабораторных стендах и в среде виртуальных лабораторных работ с помощью специальных автоматизированных, прикладных программ [5].

Для обеспечения контрольно-оценочных функций разработан контролирующий блок – автоматизированная система оценки и контроля знаний обучающихся.

Представленный в описанном виде УМК был апробирован в учебном процессе, в ходе которого, анализировались результаты текущего контроля обучающихся, вносились соответствующие изменения.

Обеспечение процесса профессиональной подготовки специально разработанным УМК позволит осуществить психологическую ориентацию обучающихся, управлять процессом приобретения новых знаний, правильно распределить силы при работе с учебным материалом, оценить степень важности изучения конкретных учебных вопросов, сделать более наглядной структуру межпредметных связей дисциплины и значительно повысить эффективность подготовки обучающихся при прежних временных затратах [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Современные альтернативные подходы обучения в сравнении с традиционными // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 4(37). 2017. С.46-50.

2. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Савенкова А.Е. Основные направления по совершенствованию подготовки специалистов ГПС МЧС России // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 3(36). 2017. С.56-60.

3. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Специфика работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35). 2017. С.38-42.

4. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21). 2017. С.58-68.

5. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Использование виртуальных лабораторных работ для повышения эффективности образовательного процесса. // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 103-105.

6. Савельев Д.В., Скрипник И. Л., Воронин С.В. Актуальные вопросы повышения уровня подготовки сотрудников к выполнению профессиональных обязанностей в системе МЧС России // Подготовка кадров в система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

чайных ситуаций: материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 1 июня 2017 года. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017, С. 245-248.

УДК 378

Е. Н. Кадочникова, С. В. Воронин, И. Л. Скрипник
ФГОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

В статье представлены результаты исследования повышения эффективности качества обучения, на примере внедрения в образовательный процесс автоматизированной обучающей системы.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, методика оценки, качество, обучающие системы.

E. N. Kadochnikova, S. V. Voronin, I. L. Skrypnyk

IMPROVEMENT OF QUALITY OF TRAINING WITH USE OF THE AUTOMATED TRAINING SYSTEM

In article results of a research of increase in efficiency of quality of training, on the example of introduction are presented to educational process of the automated training system.

Keywords: vocational training, assessment technique, quality training systems.

В последнее время вопросы качества образования имеют одно из первостепенных значений [1].

Активно применяются новые формы проведения занятий – интерактивные [2-4], виртуальные лабораторные работы [5], используются современные технические средства обучения – мультимедийный проектор [6], автоматизированные обучающие системы.

Для увеличения эффективности образовательного процесса на кафедре выполнялась исследовательская работа по оценке успеваемости групп при традиционном способе обучения и с использованием АОС, на примере четырех групп.

Комплексное исследование проводилось по дисциплине «Пожарная безопасность электроустановок» (ПБЭ) [7].

В течение учебного периода группы проходили обучение в соответствии, с утвержденным учебным планом и программой дисциплины.

Уравнивающими условиями в эксперименте были:

- цели и задачи подготовки обучающихся;
- контроль за их подготовкой, проводимый по одним и тем же видам занятий тематического плана;

- создание одинаковых условий при проведении зачетных и контрольных мероприятий для объективного сравнения существующей и предлагаемой методик.

В ходе работы внимание уделялось наблюдению за выполнением обучающимися заданий, определенных программными документами, анкетированию, опросу, беседам, итоговому тестированию. По результатам полученных данных выполнен анализ и определено качество обучения в АОС и достижение поставленных целей.

Для этого применялись следующие показатели:

- темп усвоения знаний и умений;
- темп продвижения в обучении;
- качество усвоения учебного материала;
- эффективность по уровню знаний;
- уровень сохранившейся информации;
- прочность знаний и умений;
- коэффициент эффективности профессиональной подготовки.

Анализ выполненной исследовательской работы показал, что:

1. Для определения темпа усвоения знаний и умений ППС создавал мотивацию, стремление быстрее и качественнее выполнить работу. Обучающийся выполнял задание, а ППС фиксировал время окончания работы и вычислял результат, с учетом фактически затраченного времени каждым обучающимся по отношению к среднестатистическому времени выполнения задания.

2. Показатель темпа продвижения в обучении полнее характеризует учебный процесс, так как в нем учитывается более длительный период обучения. ППС определял время полного изучения материала дисциплины и вычислял данный показатель, используя отношение времени полного усвоения разделов обучения каждым обучающимся к эталонному времени проработки того же объема учебного материала, установленного экспертным путем.

3. Определение качества изученного материала по результатам тестирования выполнялось на основе расчета коэффициента усвоения, определяемое как отношение числа правильно решенных задач к их общему количеству.

Критерии для составления тестовых заданий, заключались в следующем:

1. В каждой теме они сделаны равноценными по уровню сложности.
2. В рамках изучаемой темы дисциплины распределение их по сложности начинается с первого и заканчивается последним четвертым вопросом.
3. Вопросы формулировались в соответствии с компетенциями, разработанной программой и развернутым тематическим планом.

- В тестовых заданиях представлены вопросы, как на проверку изученного материала, так и творческое мышление на основе полученных базовых знаний. Они разрабатывались в виде: текстовой последовательности; представления аналитических соотношений; иллюстрационных материалов: графиков, рисунков, диаграмм.

4. Ответы на них содержат один из однозначных вариантов решения.

5. Технология тестирования предполагает разработку компьютерной программы.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что обучающиеся (экспериментальных и обычных) групп во всех случаях испытывали определенные трудности в начальном периоде обучения, который проводился в виде решения тестов на групповых, практических занятиях и проведения лабораторных работ.

Это объясняется двумя основными факторами: психологическим (период адаптации к новым условиям трудовой деятельности) и определенными сложностями при изучении материала в период теоретического курса обучения.

Оценочные показатели на протяжении времени исследования были стабильны и не выходили за среднестатистические значения. Усвоение учебного материала в период выполнения курсового проекта обучающимися давалось легче, нежели теоретического. Это подтверждается повышением интереса и их активностью при его написании. В период сдачи дифференцирующего зачета отмечается повышенная мобилизация и сосредоточенность всех обучающихся на конечной цели.

Результаты, показанные на зачете, выявили закономерность отношения эффективности усвоения учебного материала к организации процесса обучения, используя технологию АОС. Средний балл на протяжении периода исследования в экспериментальных группах был выше чем в обычных.

Эффективность применения АОС по критерию уровня знаний определялось как отношение показателей экспериментальных и обычных групп.

Таким образом, применение АОС в период профессиональной подготовки обучающихся в экспериментальных группах позволило увеличить их уровень знаний и умений практически на 11-12 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Савенкова А.Е. Основные направления по совершенствованию подготовки специалистов ГПС МЧС России // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 3(36). 2017. С.56-60.

2. Т.Т. Каверзнева, Н.А. Леонова, Н.В. Румянцева, И.Л. Скрипник. Опыт проведения практических занятий в интерактивной форме по направлению «Техносферная безопасность». Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 1: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 4 (5-1), С. 359-364.

3. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т. Способы организации интерактивного обучения профессионально специальных дисциплин // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 1(34). 2017. С.42-46.

4. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Балабанов В.А. Проведение объектовых занятий в интерактивной форме. // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 142-143.

5. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Использование виртуальных лабораторных работ для повышения эффективности образовательного процесса. // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 103-105.

6. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Развитие учебно-материальной базы кафедры как одна из составляющих образовательного процесса // Подготовка кадров в система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 1 июня 2017 года. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017, С. 257-261.

7. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21). 2017. С.58-68.

УДК 614.843

А. С. Калинин, М. С. Кнутов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА СУШКИ НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

В статье представлены основные задачи современной пожарной охраны. Предложены методы их минимизации, а именно адаптация процесса сушки пожарных рукавов, с целью сокращения времени и финансовых затрат.

Ключевые слова: пожарные рукава, техническое обслуживание пожарных рукавов, разработка устройства.

A. S. Kalinin, M. S. Knutov

DEVELOPMENT OF DEVICE FOR DRYING FIRE HOSES

The main tasks of modern fire protection are presented in the article. Methods for their minimization are proposed, namely, adaptation of the drying process of fire hoses, in order to reduce time and financial costs.

Keywords: fire-hoses, maintenance of fire-hoses, the development of the device.

На сегодняшний день МЧС России в условиях развития современного мира и новых рисков уделяет значительное время проведению комплексной работы по снижению числа погибших на пожарах, а главным фактором этого является качественное выполнение пожарными подразделениями возложенных на них задач.

Основной задачей пожарных подразделений является спасание людей в случае угрозы их жизни, достижение локализации и ликвидации пожара (аварии) в сроки и в размеры, определяемые возможностями привлечения к тушению сил и средств пожарной охраны.

Для достижения реализации основной задачи на каждом пожаре подразделение использует пожарно-техническое оборудование для транспортирования и подачи огнетушащих веществ, от работоспособности которых зависит эффективность тушения пожаров и вероятность спасения пострадавших. Наиболее часто используемым оборудованием является пожарный рукав[4].

Пожарный рукав представляет собой гибкий трубопровод, предназначенный для транспортирования огнетушащих веществ и оборудованный пожарными соединительными головками, используемый при эксплуатации в расчете пожарной машины [2]. Из практической деятельности можно сказать, что при примене-

нии пожарных рукавов на них воздействуют различные факторы (обуглившиеся части конструкций, различные острые предметы, низкие температуры в зимний период и т.д.) все это приводит к продольному разрыву, поперечному разрыву и ослаблению навязки соединительной головки [4], точнее к быстрому выходу из строя, поэтому целью пожарных подразделений остается продление срока службы пожарных рукавов.

Для безотказной работы в процессе эксплуатации, перечисленное выше оборудование подвергается периодическому испытанию в соответствии с нормативными документами [3]. После непосредственного использования пожарные рукава подвергаются техническому обслуживанию [1], а именно отмачивание, мойка, внешний осмотр, сушка и скатка. Для реализации всех перечисленных мероприятий необходимо соответствующее оборудование: ванна для отмочки, рукаво-моечная машина, рукавная башня и т. д.

В большинстве случаев вышеперечисленное оборудование отсутствует на рукавных базах и пожарных частях или находится в неработоспособном состоянии, а этап отмачивания, мойки и внешнего осмотра как правило не осуществляется совсем, сушка же пожарных рукавов выполняется подручными способами, что является серьезной проблемой.

Сушка рукавов это длительный процесс так как он проходит естественно, время на просушивания рукавов составляет 17-20 часов. Запас рукавов в пожарной части должен составлять 100% от общего количества рукавов стоящих в расчете на ПА, следовательно при реагировании пожарные напорные рукава не проходят полного просушивания, что приводит в процессе их эксплуатации к отказу работы рукавов и осложнению обстановки на пожаре.

Решением проблемы просушивания рукавов в пожарных частях могут являться специальные агрегаты типа АИСТ (аппарат испытания сушки и талькирования рукавов) (рис. 2). Исходя из ТТХ цикл просушивания АИСТа составляет 30 мин, возможно одновременное просушивание только двух рукавов. Стоимость данной установки составляет 93 тыс.руб. Использование АИСТ сможет ускорить процесс сушки рукавов, но исходя из относительно невысокого КПД и больших затрат на приобретение и обслуживание нами была разработана мобильная установка сушки рукавов (рис. 3), превосходящая по большинству показателей АИСТ.

Установка предназначена для сушки напорных рукавов диаметром 51(мм). Принцип работы основан на нагнетании воздуха в корпус где установлены электротэны в количестве штук 2 мощностью по 1,5(кВт). Электро-тэны нагревают входящий воздух в диапазоне от 20° до 50°. Затем нагретый воздух поступает в панель с соединительной головкой и начинает распространяться по рукаву. Теплый воздух с влажностью 20 % попадает в пожарный рукав забирая из него влагу, а свободная соединительная головка присоединяется к соединительной головке с противоположной стороны, тем самым процесс становится замкнутым на 90 %. Подпор свежего воздуха осуществляется через отверстие в панели диаметром 100(мм). Термическая сушка рукава составляет 21 минуту.

Пожарные рукава присоединяются к установке с помощью соединительных головок 1 приваренных к раме. С помощью пульта управления 3, расположенного на корпусе установки 2, электродвигатель начинает вращать вентилятор 4, нагнетаемый воздух проходит через электро-тэны 6 затем проходит через термопакет 7 и попадает в панель с соединительной головкой. Отверстие для нагнетания воздуха 5.



Рис. 1. Структура напорного пожарного рукава



Рис. 2. Аппарат испытания сушки и талькирования рукавов

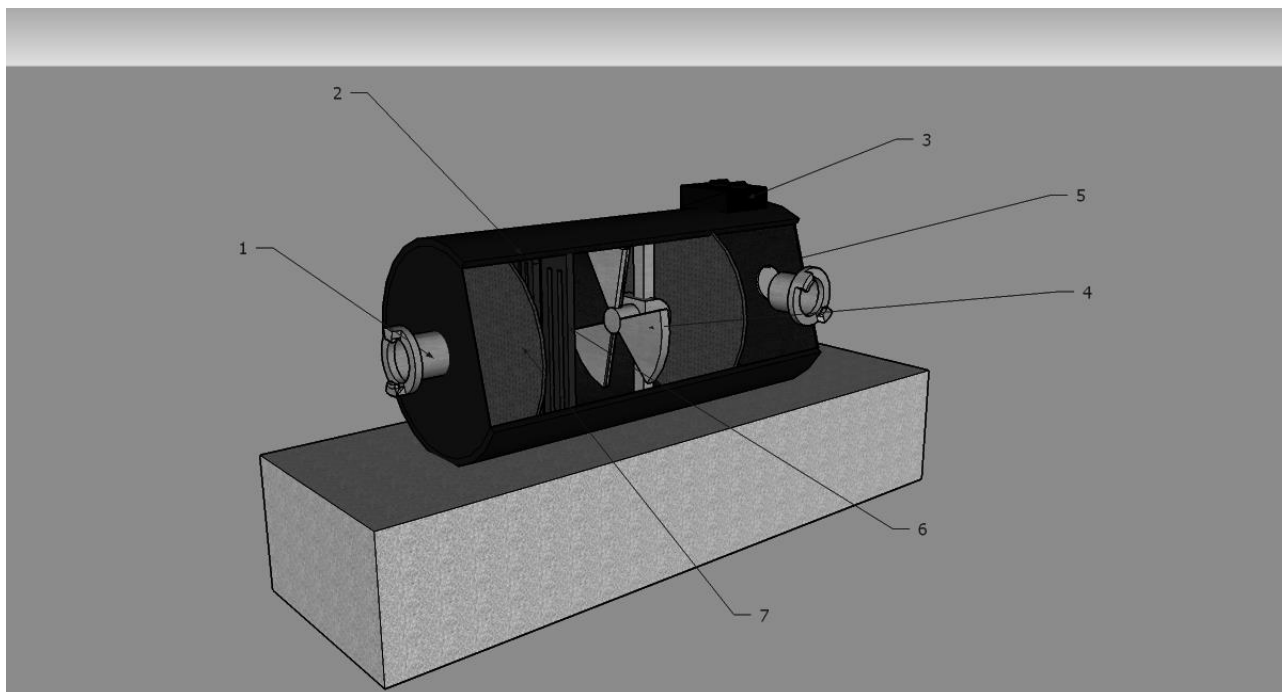


Рис. 3. 3D модель мобильной установки сушки рукавов

Разработанный мобильный комплекс сушки рукавов позволяет просушить рукав диаметром 51 (мм) всего за 21 минуту, что превосходит разработанные и эксплуатируемые на сегодняшний день АИСТ - 1 и АИСТ - 2. Стоимость мобильного комплекса сушки рукавов, составляет (6731 рублей), что почти в 14 раз дешевле АИСТа (93151 рублей). Качественное просушивание напорных рукавов, за значительно малый промежуток времени, позволит улучшить их прочностные характеристики и повысить надежность в процессе эксплуатации и поможет реализовать основную задачу пожарных подразделений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51049-2008 Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. Методическое руководство по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов, М., 2007 г. - 44 с.
3. Приказ МЧС России от 18.09.2012 г. №555 «Об организации материально-технического обеспечения в системе МЧС России».
4. Официальный сайт МЧС России - Статистика - Пожары - 2012-2018 г. <http://www.mchs.gov.ru/folder/461298>.

УДК 62-523.8

А. А. Катаманов, С. А. Егоров

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

УПРАВЛЕНИЕ НАТЯЖЕНИЕМ НА ОСНОВОВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЕ

Рассматривается решение задачи регулирования натяжения нитей основы основовязальной машины при помощи модели черного ящика. В качестве входа системы выбрано электромеханическое устройство натяжения. Определен выход системы и определены устройства контроля параметра выхода. Определен регулятор обратной отрицательной связи. Предложены конструкции устройств, позволяющие стабилизировать натяжение.

Ключевые слова: основовязальная машина, черный ящик, обратная отрицательная связь, натяжение, трение.

A. A. Katamanov, S. A. Egorov

THE WARP KNITTING MACHINE TENSION CONTROL

The solution of the problem of adjusting the tension of warp threads of a warp knitting machine with the help of a black box model is considered. The electromechanical thread-drawing device is chosen as the system input. The output of the system is determined and the output parameter monitoring devices are defined. The negative feedback regulator is determined. The device designs are proposed, which allow to stabilize the tension.

Keywords: warp knitting machine, black box, reverse negative connection, tension, friction.

Стабилизация натяжения нитей основы основовязальной трикотажной машины является, актуальной задачей, так как её решение позволяет уменьшить трение в контакте нитей с рабочими органами и повысить качество выпускаемой продукции.

Несмотря на большое разнообразие конструкций вязальных машин, все эти машины содержат следующие механизмы: главные, механизации и автоматизации выполняемых операций, дополнительные. К главным относятся механизмы, участвующие в процессе образования петель. Это механизмы, передающие движение петлеобразующим органам - иглам, трубкам и др., механизмы нитеподачи и оттяжки по-

лотна. К механизмам механизации относится привод машины, а к механизмам автоматизации принадлежат различные устройства наблюдения, подающие сигналы для останова машины в случае неполадок, механизмы управления на машинах, предназначенных для выработки штучных изделий. Дополнительные механизмы - это механизмы отбора петлеобразующих органов, участвующие в получении рисунков на трикотаже.

Принцип работы машин типа ОВ-160 состоит в следующем. Имеются две системы основных нитей: передняя и задняя. Эти нити поступают с навоев в рабочую зону машины, проходя через полые изогнутые трубки, закрепленные в ряд на двух параллельных гребенках - игольницах. Игольницы имеют возможность качания и линейного перемещения друг относительно друга и являются органами петлеобразования. При согласованном движении игольниц, трубки взаимодействуют попарно и образуются петельные ряды, последовательно на трубках передней и задней игольниц. Между петельными рядами, через два смежных ряда в открытый зев может пропускаться уточная нить. После сброса петель с трубок формирующееся полотно отводится из рабочей зоны механизмом товаротода и наматывается на товарный вал. Натяжение систем основных нитей регулируется механизмом отпуска и натяжения основы. В рабочем цикле, нити, сматываясь с навоев, то ослабляются, то подтягиваются к игольницам. Подачу и выборку провисания нитей в цикле выполняет механизм компенсации подачи основы.

Согласованной работой механизмов в цикле управляют кулачки распределительной коробки. Движение на кулачковый вал распределительной коробки передается от электродвигателя через клиноременную и червячную передачи. Для контроля основных нитей установлен основонаблюдатель электрического действия.

На фоне достаточно простой и надёжной конструкции в ней обнаружен недостаточный контроль натяжения нитей в процессе передачи её со сновального вала к вязальному узлу.

Для решения данной задачи машина была представлена в виде черного ящика. Был выявлен выход и параметр, который контролировался в процессе работы. Это натяжение нити.

На следующем этапе моделирования был установлен вход системы (нитенатягивающее устройство) и определен параметр – угол поворота, посредством которого можно осуществлять изменение работы системы.

Далее было проведено моделирование обратной связи между выходом и входом системы и определен регулятор, который позволяет осуществлять обратную отрицательную связь. Это суммирующее устройство.

На основе документации и разработанной модели черного ящика была разработана структурная схема системы измерения и регулирования параметров трения и натяжения нити, которая позволяет стабилизировать натяжение. Структурная схема разработанной системы показана на рисунке.

Измерительная система состоит из нескольких трибометров и блока ввода и усреднения поступивших данных. Наиболее оптимальным количеством устанавливаемых трибометров считаем три, т.к. это техническое решение позволяет контролировать параметры нитей в трёх основных частях сновального вала машины (край – центр – край).

Блок ввода информации должен иметь возможность работать с теми видами сигналов, с которыми работает датчики трибометров.

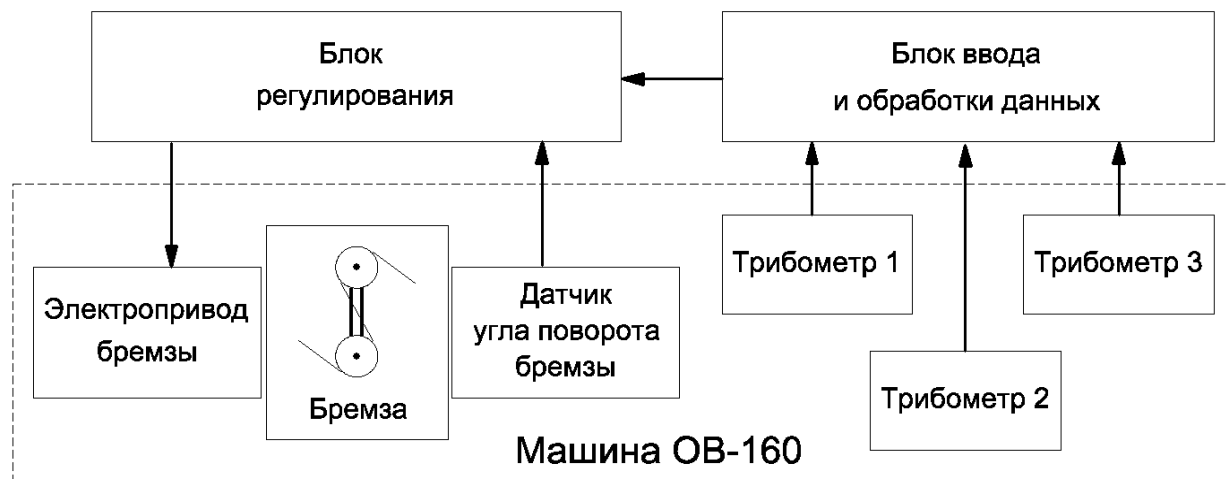


Рисунок. Структурная схема системы измерения и контроля

Если в основе трибометров будут аналоговые датчики, то необходимо предусмотреть функцию оцифровки сигналов перед их обработкой или после. Если в основе трибометров применены цифровые датчики, то информация с них передаётся непосредственно к цифровому узлу обработки.

Средние значения параметров трения поступают на блок регулирования, который на основе этой информации и математического закона регулирования управляет электроприводом бремзы.

Математическая обработка полученной информации может быть проведена микроконтроллером с соответствующим программным обеспечением [1].

Электропривод может быть выполнен на основе электродвигателя постоянного тока с понижающим редуктором или шаговым двигателем. Второй вариант предпочтительнее, т.к. обеспечивает более точную и быструю установку бремзы на нужный угол, хотя такой вариант технически сложнее. Предлагаемое техническое решение может быть выполнено, например, при помощи устройства регулирования по патенту [2]. Контроль реального угла поворота бремзы измеряется датчиком угла поворота. В качестве такого датчика для цифровых систем управления наиболее удобен энкодер.

Если необходимо контролировать несколько основовязальных машин, то можно применить систему дистанционной передачи информации о режиме работы машин на удалённый диспетчерский пункт. Для передачи информации возможно применение радиоканала для небольших расстояний или подключение к локальной сети предприятия.

Таким образом, на основании модели черного ящика системы имеющей вход, выход и регулятор, образующий обратную отрицательную связь, получено решение технической задачи стабилизации натяжения нитей основы основовязальной машины ОВ-160. Также разработана структурная схема системы и определены конструкции устройств, позволяющие регулировать натяжение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электромеханическая микроконтроллерная система управления натяжением основы на основовязальных машинах/ Е.К. Викторov, С.Ю. Павлычев, А.А. Катаманов, С.А. Егоров//

Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. № 6. 2015. С. 161-163.

2. Устройство для стабилизации натяжения нитей основы на основовязальной машине. Е.К. Викторов, Р.Р. Алешин, С.А. Егоров, С.Ю. Павлычев. Патент на полезную модель RU № 156103 U1 МПК D04B 7/14 (2006.01) Заявл. 03.02.2015. Оpubл. 27.10.2015. Бюл. № 30.

УДК 614.846.6

В. В. Кичайкин, А. А. Смирнов, В. Ю. Курочкин, А. Н. Ниткин
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В данной работе затронута проблема модернизации пожарных автомобилей и введение инновационных технологий, как в шасси автомобиля, так и в пожарно-техническое оборудование возимое на этих автомобилях.

Ключевые слова: модернизация, шасси пожарного автомобиля, пожарно-техническое оборудование, эксплуатация, эффективность.

V. V. Kichaikin, A. A. Smirnov, V. Yu. Kurochkin, A. N. Nitkin

THE CONCEPT OF THE DEVELOPMENT OF MODERN FIRE-FIGHTING VEHICLES

In this work the problem of modernization of fire trucks and introduction of innovative technologies both in the chassis of the car and in the fire equipment carried on these cars is touched upon.

Keywords: modernization, chassis fire truck,, fire-technical equipment, operation, efficiency.

В последнее время была осуществлена попытка российских предприятий осуществить прорыв в высокотехнологичном уровне и технологиях разработки пожарной техники последнего поколения, которая выпускается в нашем государстве. Но пока в полной мере говорить о том, что прорыв удался – преждевременно. Н определенные условия для этого уже имеются. Оценка технических результатов, уже выполненных в представленных на рынке инновационных типах и моделях пожарных автомобилей, позволяет определить ценность тех тенденций, которые могут быть основополагающими в развитии отечественного рынка пожарных автомобилей в ближайших планах на будущее.

Данное направление не имеет обходных путей: имеющийся на вооружении парк пожарных автомобилей в основном перестал отвечать всем требованиям по оснащенности, не может в полной мере выполнять новые задачи, стоящие перед пожарной охраной - устарел морально и физически. Другими словами, устаревшие модели и установившиеся технические решения в полной мере уже не отвечают требованиям противопожарной службы страны. Для решения данной проблемы требуется определенного характера научно-технические начала. На формирование этого начала

необходима инновационная деятельность (стратегический маркетинг, опытно-конструкторские работы по созданию моделей, технологическая подготовка производства, введение новшеств), которые требуют большого финансового потенциала – как внутреннего (за счет средств организаций), так и внешнего (за счет средств из федерального и местного бюджетов, а также за счет внебюджетных средств).

Несмотря на достаточное количество требуемых финансовых ресурсов элементная база и производственные возможности новых (равно как и существующих) предприятий должны на должном уровне обеспечивать гарантированно качественный уровень и требуемые масштабы производства пожарных автомобилей, которые удовлетворяют высшим требованиям пожарной охраны нашего государства.

Данные требования устанавливают новые установившиеся тенденции российского рынка. В стадии образования лежит еще одна тенденция – это увеличивающееся число инновационных решений, исполняемых при производстве пожарных автомобилей, поставляемых на рынок. Недавним временем специалисты заявляли о дефиците таких решений. Введение вновь принятых решений позволяет без всяких трудностей перевести выпускаемые пожарные автомобили в разряд нового поколения, а не рассматривать их как устаревшую пожарную технику, в большей степени это относится к пожарным автомобилям.

К примеру в последнее время были созданы шасси к пожарным автомобилям марок IVECO-АМТ, бескапотных «Урал» высокой проходимости, КАМАЗ. В ряде организаций по производству пожарной техники увеличился уровень производственного исполнения, улучшился дизайн и безопасность пожарной техники, были осуществлены нововведения по изготовлению пожарной надстройки, для изготовления которых использовались современные материалы, в том числе, стойких к коррозии.

Также удалось внедрить новейшие инновационные технологии в области пожаротушения.

Объединенное Российское и Итальянское предприятие ООО «IVECO-АМТ» выпускает шасси по лицензии автоконцерна IVECO, которые разрабатываются в соответствии с условиями эксплуатации для нашей страны. Специфичность заключается в том, что шасси собираются из деталей, которые поставляются с европейских заводов IVECO Италии, Франции, Испании, Германии.

Шасси, которые производит ООО «ИВЕКО-АМТ» готовы к эксплуатации в суровых климатических условиях нашего государства. Выпускаемые автомобили оборудованы антиблокировочной системой ABS, системой, контролирующей пробуксовку колес заднего моста, электронным ограничителем тормозного усилия EBL. Также в конструкцию автомобиля входит дополнительная защита двигателя, рессоры усиленные, комплект зимних опций.

Система качества на ООО «ИВЕКО-АМТ», подтверждена сертификатом соответствия требованиям ГОСТ Р ISO 9001-2011.

При производстве пожарных автомобилей заводы России и стран ближнего зарубежья уже применяют шасси IVECO-АМТ. В число этих заводов входит Варгашинский ППСО, который создал новую инновационную линейку пожарных автомобилей. К этим пожарным автомобилям можно отнести пожарную автоцистерну в северном исполнении, автомобиль пожарно-спасательный «Тоннель» с полным приводом, автоцистерны вместимостью 5000 – 7000 л воды, с производительностью насоса 70 – 150 л/с.

При создании каждой из моделей были применены инновационные технологии, которые позволяют отнести собранные пожарные автомобили к технике нового поколения. Автоцистерна 3,0-40 созданная базе КАМАЗ 43503 (рисунок) была разработана компанией «НефАЗ» при взаимодействии с профессионалами автоконцернов Volkswagen и Audi. На этой автоцистерне была применена новая инновационная система тушения пожара водным туманом «Hiromax», которая в 5 раз эффективнее, чем тушение пожара водой. Водный туман образуется при перемешивании воды, которая поступает из насоса со сжатым воздухом из компрессора. Производительность данной системы составляет 600 л/мин водного тумана, что допускается использовать 6 ручных стволов с подачей водного тумана до 100 л/мин.

Распыляется вода за счет винтового компрессора EVO 3-NK фирмы Rotorcomp. Приводится в действие компрессор от автономного двигателя. Производительность пневматической системы регулируется автоматически.

Новая инновационная технология реализована предприятием ОАО «НефАЗ» на пожарном автомобиле КАМАЗ 43502.

Шасси IVECO-AMT уже использует ООО «Пожснаб» (Республика Беларусь), которые создали пожарные автоцистерны на этом шасси.

В системе Hiromax используется стандартный монитор Unifire с переключением «вода – водный туман» и ручные стволы Hiromax. Кроме средств тушения тонкораспыленной водой в автоцистерне имеются все необходимое для тушения пожаров «классическим» способом – водой нормального давления и воздушно-механической пеной.

На автоцистерне в качестве пожарного насоса использован насосный агрегат Joh-stadt NP3000. Насосы данной линейки зарекомендовали себя высоким качеством, прочностью и работоспособностью, их заявленный ресурс – 10 лет непрерывной эксплуатации, без проведения капитального ремонта. Данные насосы использует при создании пожарных автомобилей отечественного производства.

В качестве средств, при тушении пожаров на автоцистерне используется вода (цистерна вместимостью 3000 л) и пенообразователь (вместимость бака 200 л). Для тушения водой нормального давления и воздушно-механической пеной используют стандартный набор стволов, который входит в комплектацию автоцистерны.

Автоцистерна обладает высокими экологическими качествами: гасящая струя «мягкая», и не позволяет разрушать окружающую среду и не разбрасывает горящее топливо в пространство. Воздух и кислород попадает вместе с водой в зону где происходит пожар, что позволяет создать эффект очистки окружающей среды (дымоудаление).

Автомобиль представляет собой универсальную тактическую единицу, которая может применяться для тушения пожаров в населенных пунктах, на производственных объектах и в лесных зонах.



Рисунок. АЦ 3,0-40 на шасси КАМАЗ 43502

Согласно проделанному анализу, выявлена тенденция создания и организации производства шасси нового поколения, используемых в пожарных автоцистернах и других пожарных автомобилях. Сформировано новое российско-итальянское предприятие, которое осуществляет выпуск специальных шасси для пожарных автомобилей с использованием компонентов концерна IVECO. Некоторые российские производители уже практикуют использование шасси IVECO-AMT для производства улучшенных пожарных автомобилей высокого качества. Лидирует в производстве Варгашинский завод ППСО, создавший ряд инновационных пожарных автомобилей на шасси IVECO-AMT, состоящий из 8 моделей.

Модельный ряд из современных 4 моделей автоцистерн на базе шасси IVECO-AMT создало белорусское ООО «Пожснаб». Так же, положено начало производства пожарных автомобилей на новых бескапотных шасси MAN и Scania, которые тоже являются инновационным продуктом.

На современных пожарных автомобилях оставили традиционные средства тушения – это вода в виде компактной или распыленной струи, пена различной кратности, порошок и их комбинация. Некоторые фирмы предлагают потребителям образцы пожарных автомобилей (с результатами их испытаний) с установками для генерации компрессионной пены (типа «CAFS», «Натиск» и др.).

Фирма «НефАЗ» (дочернее предприятие КАМАЗа) представила на рынок пожарную автоцистерну с различными современными средствами тушения пожаров такими как: водный туман (тонкораспыленная вода), генерируемая система Nitomax.

В настоящее время насосно-рукавные автомобили многокомпонентного тушения с подачей воды до 150 л/с производятся во многих предприятиях. Получает дальнейшее развитие концепция создания пожарных автомобилей со съемной надстройкой для перекачки большого количества воды (до 400 л/с) а так же для нормализации воздушно-газовой среды при тушении пожаров в помещениях большого замкнутого объема.

Большинство российских производителей выпускают пожарные автолестницы, но их модельный ряд ограничивается производством автолестниц старого образца – 30-метровой АЛ, с техническими решениями минувшего столетия.

Фирма «Витанд» (Россия) осуществила на собственных площадках изготовление высотных автолестниц (с высотой подъема стрелы 42 и 55 м) с использованием комплектующих фирмы Magirus (Германия). Автолестницы созданы на российском шасси КАМАЗ. Новой моделью является 42-метровая АЛ с сочлененным коленом.

Теория высотно-спасательных автомобилей изменяется в направлении увеличения ее функциональных возможностей. Высота подъема стрел этих пожарных автомобилей достигла 60 м на автолестницах и 112 м на телескопических подъемниках. Работоспособность данных автомобилей увеличена благодаря большей грузоподъемности их спасательных люлек (450 кг на АЛ и 630 кг на АПК), а также комбинированной (интегральной) стрелы, сочетающей функции лестницы и подъемника. Вследствие чего увеличилась комплектация расчета на АЛ до 6 человек (1+5).

В составе новых технологий, которые представлены на рынке в виде информации, – мультифункциональные пожарные автомобили, сочетающие функции тушения, аварийно-спасательных работ и спасания с высоты; определенные пожарные автомобили имеют в своем составе медицинский модуль для оказания первой помощи пострадавшим на пожаре.

Новый проект пожарного насосно-рукавного автомобиля расширенной функциональности реализован фирмой «Приоритет». Автомобиль сочетает функции насосной станции, рукавного пожарного автомобиля и используется при тушении крупных пожаров, а также при ситуациях природного и техногенного характера.

Новые модернизированные технологии используются многими российскими предприятиями в целях изготовления пожарной надстройки с использованием коррозионностойких материалов (нержавеющая сталь, алюминий, стеклопластик, полипропилен, полиэтилен высокого давления). Использование подобных разработок позволяют снизить массу и повысить долговечность надстройки, гарантийный срок службы которой достиг уже 12 лет.

В процессе исследования, которое дает возможность решить проблему создания пожарных автомобилей нового поколения, востребованных при проведении реструктуризации парка в среднесрочной перспективе.

Безусловно ясно, что необходима активизация маркетинговой политики производителей пожарных автомобилей, которая направлена на поставку регионам более качественной пожарной техники при относительно небольших ценовых параметрах, соответствующих реальной экономической ситуации в России.

Все из предложенных вариантов модернизации пожарной техники по-своему важны. Но это возможно лишь при осуществлении материальной поддержки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулаковский Б.Л., Маханько В.И., Кузнецов А.В. Пожарные аварийно-спасательные и специальные машины (2002)
2. И.М. Тетерин, Климкин В.И., Овсяник А.И., Алешков М.В., Грачев В.А., Двоенко О.В., Долматов С.Н., Какошинский В.Н., Копылов С.Н., Кошелев М.В., Мичудо Д.Г., Молчанов В.П., Мордашов С.В., Ольховский И.А., Плосконосов А.В., Филиппович Г.Н. Тактические приемы, схемы боевого развертывания и нормативы применения современных образцов пожарно-спасательной техники: практическое пособие / под ред. А.П. Чуприяна. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. – 312 с.

УДК 614.843

М. С. Кнотов, Р. И. Харламов, А. А. Смирнов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОЙКИ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

В данной статье представлен анализ проблем технического обслуживания пожарных рукавов в подразделениях пожарной охраны, предложено решение по оптимизации процесса мойки пожарных рукавов.

Ключевые слова: пожарные рукава, техническое обслуживание пожарных рукавов, оптимизация процесса мойки.

M. S. Knutov, R. I. Kharlamov, A. A. Smirnov

OPTIMIZATION OF WASHING PROCESS OF FIRE HOSES IN FIRE DEPARTMENTS

This article presents the analysis of the problems of the appliance of fire-hoses in the units of the fire protection service, and also the solution is proposed for the elaboration of the device washing the fire-hoses.

Keywords: fire-hoses, maintenance of fire-hoses, optimization of the washing process.

Одной из актуальных проблем человечества является возникновение и тушение пожаров. Развитие технологий при изготовлении строительных материалов, сооружение высотных зданий и других материальных ценностей несет под собой возникновение пожаров. Для спасения людей, достижения локализации и ликвидации пожаров необходимо создание условий, способствующих их выполнению. Для выполнения всех условий необходимо привлечение пожарных подразделений и использование ими пожарно-технического оборудования, например, такого как пожарные рукава для транспортирования огнетушащих веществ к месту пожара [1]. Данный вид пожарно-технического вооружения наиболее часто используется при тушении пожаров, в отличие от других. В процессе эксплуатации рукавного хозяйства наиболее частыми причинами отказов рукавов на пожаре являются: продольный разрыв, поперечный разрыв и ослабление навязки соединительной головки [4]. Повышение надежности рукавов достигается не только разработкой материалов, из которых изготовлены рукава, но и своевременным и качественным техническим обслуживанием [2].

После пожара и учений проводится техническое обслуживание не только автомобилей, но и всех использованных пожарных рукавов [3]. Техническое обслуживание пожарных рукавов проводится в несколько этапов (рис. 1), что требует наличие специального оборудования для их проведения [2].

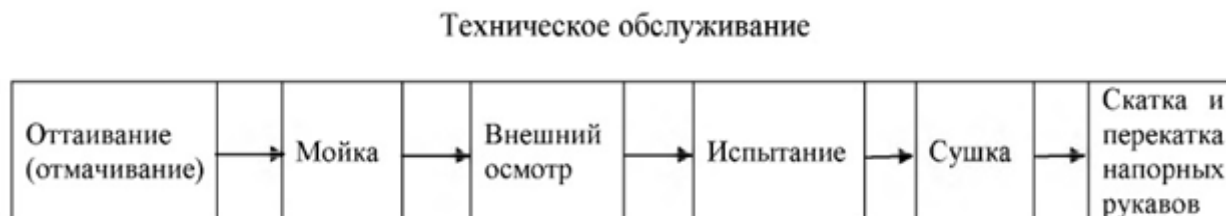


Рис. 1. Схема технического обслуживания пожарных рукавов

В некоторых гарнизонах пожарной охраны нет центральных рукавных баз, а в подразделениях на рукавных базах нет оборудования для проведения технического обслуживания или же оно вовсе находится в неработоспособном состоянии.

Для улучшения качества проведения ТО предлагается разработка устройства для мойки и чистки пожарных рукавов диаметром не более 77 мм (рис. 2), так как именно эти рукава подвержены наибольшему износу на пожаре.

Для изготовления данного устройства (рис. 3) требуется использование доступного материала с последующей компоновкой и креплением всех составных частей на основании.



Рис. 2. Натурный образец устройства для технического обслуживания пожарных рукавов

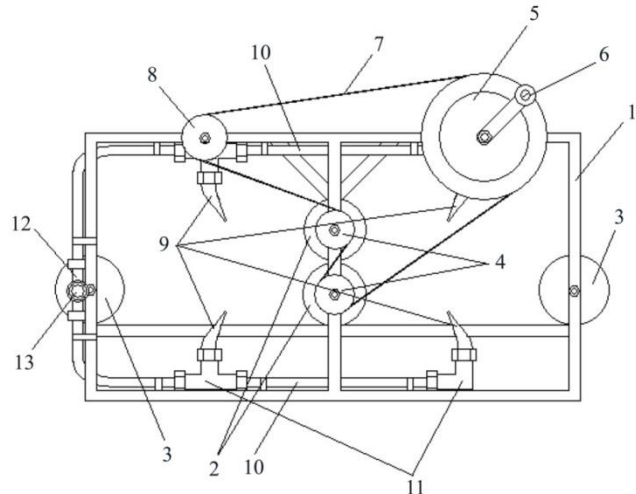


Рис. 3. Схема элементов конструкции устройства

Для изготовления основания *1* целесообразно использовать металлический профиль 20x20 мм и толщиной 2 мм, с учетом прочностных нагрузок последующего размещения элементов установки. Цилиндрические щетки *2* диаметром 70 мм необходимо расположить на металлической оси диаметром 8 мм, вращающихся навстречу друг другу против движения рукава, которые приводятся в движение за счет мускульной силы человека с помощью ременной передачи. С помощью направляющих *3* рукав поступает в моющую и чистящую часть устройства. Шкивы *4* диаметром 50 мм размещаются на осях цилиндрических щеток с внешней стороны установки. Шкив *5* диаметром 120 мм закрепляется на одной плоскости с другими шкивами и на нем устанавливается рукоятка *6* для его вращения по оси, тем самым совершая вращение основных цилиндрических щеток с помощью ременной передачи *7*. Один шкив *8* диаметром 50 мм находится в верхней части основания установки с возможности его передвижения вдоль горизонтальной плоскости для натяжения ремня диаметром 7 мм. В верхней и нижней части установки устанавливаются трубопроводы *10* с тройниками 16x16x16мм и уголками 16x16мм *11* направленные на рукав со спринклерами *9* для равномерного распределения воды по пожарному рукаву. Данные трубопроводы выполнены из металлопластика, которые соединяются в общую трубу *12*, в которую подается вода из городского водопровода, присоединив шланг к штуцеру *13*. Завершающий этап технического обслуживания пожарных рукавов – поступление рукава на внешний осмотр и дальнейшие этапы ТО.

Принцип работы установки заключается в следующем: устройство устанавливается на ровную поверхность, к штуцеру присоединяется шланг городского водопровода с последующей подачей воды. Через спринклеры происходит подача воды, обеспечивая мойку пожарного рукава. После смачивания рукава для большей эффективности очистки от грязи рукав переносится между цилиндрических щеток. Вращая рукоятку ведущего шкива производится движение цилиндрических щеток навстречу друг другу, обеспечивая очистку рукава от грязи. После этого рукав проходит вторую ступень ополаскивания водой таким же образом как и до поступления его между щеток. Далее чистый рукав тянется на себя по направляющим, находящихся на основа-

нии установки с последующим переносом их на внешний осмотр и другие этапы технического обслуживания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51049-2008 Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. Методическое руководство по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов, М., 2007 г. - 44 с.
3. Приказ МЧС России от 18.09.2012 г. №555 «Об организации материально-технического обеспечения в системе МЧС России».
4. Официальный сайт МЧС России - Статистика - Пожары - 2013-2017 г. <http://www.mchs.gov.ru/folder/461298>.

УДК 004.9

Д. А. Кокурин, И. А. Легкова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье представлены этапы развития информационных технологий, даны характеристики каждого этапа, рассмотрены предпосылки развития систем автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: информационные технологии, этапы развития, компьютер, системы автоматизированного проектирования.

D. A. Kokurin, I. A. Legkova

HISTORY OF DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGIES

In the article the stages of the development of information technologies are presented, the characteristics of each stage are given, the prerequisites for the development of computer-aided design systems

Keywords: information technologies, development stages, computer, computer-aided design systems.

В настоящее время компьютерные технологии широко применяются во всех сферах деятельности человека. Системы автоматизированного проектирования быстро проникают в деятельность многих предприятий и проектных организаций, поднимая проектную работу на качественно новый уровень, при котором резко повышаются темпы и качество проектирования, более обоснованно решаются многие сложные инженерные задачи. Обратимся к истории информационных технологий.

История информационных технологий берёт своё начало задолго до возникновения современной дисциплины информатика, появившейся в XX веке. Ввиду возрастания потребностей человечества в обработке всё большего объёма данных, средства

получения информации совершенствовались от самых ранних механических изобретений до современных компьютеров.

К настоящему времени информационные технологии прошли несколько эволюционных этапов, смена которых определяется, главным образом, развитием научно-технического прогресса, появлением новых технических средств переработки информации. Историю развития информационных технологий можно условно разделить на пять этапов [1].

Первый этап это «ручные» информационные технологии. Продлился этот этап до второй половины XIX века. Первый этап развития информационной технологии связан с открытием способов длительного хранения информации на материальном носителе. В роли инструментария в то время были книги, перья, чернильница. А в роли коммуникаций обычная почта. Период между появлением инструментов для обработки материальных объектов и регистрации информационных образов составляет около миллиона лет. Другими словами, период работы людей с информационными образами составляет всего 1% времени существования цивилизации. Становится понятным почему при решении абстрактных информационных задач эффективность человека резко возрастает в случае представления информации в виде изображений материальных объектов (графические интерфейсы). В этом случае включаются в работу те области человеческой интуиции, которые развивались впервые 99% времени.

Второй этап развития информационных технологий начался с конца XIX века и получил название «Механическая технология». Коммуникации усовершенствовали более современную технологию доставки почты. Инструментарием этого этапа считают телефон, диктофон, пишущую машинку. Передается информация с помощью усовершенствованной почтовой связи, идет поиск удобных средств представления и передачи информации. В конце XIX века был открыт эффект электричества, что способствовало изобретению телеграфа, телефона, радио, позволяющим оперативно передавать и накапливать информацию в любом объеме. Появились средства информационной коммуникации, благодаря чему передача информации могла осуществляться на большие расстояния. По этой причине начала все острее вставать проблема невозможности хранения информации; появилась потребность систематизировать данные, получаемые во время научно-технической революции.

Третий этап развития информационных технологий начался в 40-х годах с создания первых ЭВМ и закончился в 60-х годах XX века, получив название «Электрическая технология». Инструментарием были большие ЭВМ плюс программное обеспечение к ним, ксероксы, портативные диктофоны.

В этот период начинается развитие автоматизированных информационных технологий; используются магнитные и оптические носители информации, кремний; применяется «электрическая» информационная технология. До конца 1950-х годов в ЭВМ основным элементом конструкции были электронные лампы (I поколение), развитие идеологии и техники программирования шло за счет достижений американских ученых.

Четвёртый этап развития информационных технологий, начался в 70-х годах XX века. В этот этап появились автоматизированные системы управления (АСУ), начали разрабатываться целые программные комплексы.

Современные решения в сфере автоматизации, роботизации и электропривода невозможно представить без использования микропроцессорных средств и систем. Весомый вклад в развитие полупроводниковой микросхемотехники внесла известная

американская компания Intel, основанная в 1968 году. Это было время появления новых технологий, благодаря которым появилась возможность создавать миниатюрные полупроводниковые устройства – микросхемы. Их применение открывало новые перспективы во всех областях техники, в т.ч. и в автоматизации. Начиналась эра цифровой машинной обработки информации. Первый компьютер ENIAC, созданный в 1946 году, весил около 30 т и занимал большое помещение. В 1968 году в мире насчитывалось уже 30 тыс. компьютеров. Это были преимущественно большие универсальные ЭВМ (электронные вычислительные машины) и «мини-компьютеры» размером со шкаф. Неприятной особенностью этих ЭВМ были частые аварийные ситуации из-за перегрева ламп и большого числа разъемов. Поэтому появление интегральной электроники было обусловлено объективными причинами.

Изобретение микропроцессорной технологии и появление персонального компьютера в 70-х годах XX века позволило окончательно перейти от механических и электрических средств преобразования информации к электронным, что привело к миниатюризации всех приборов и устройств. На микропроцессорах и интегральных схемах создаются компьютеры, компьютерные сети, системы передачи данных.

В 1970-1980-е годы созданы и распространяются мини-ЭВМ, осуществляется интерактивный режим взаимодействия нескольких пользователей.

В это время активное внедрение приобретает система автоматизированного проектирования (САПР) – автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляющая собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

В 1971 году появился первый процессор от Intel, начали активно развиваться и появляться телекоммуникации. Четвёртый этап положил начало развитию глобальных сетей в США.

Пятый этап развития информационных технологий начался в середине 80-х годов, и получил название «Компьютерная технология» (новая технология). Основной инструментарий: персональный компьютер и широкий набор программного обеспечения к нему, включая операционные системы. Цель данного этапа – содержание и доступность для широкого потребителя миниатюризированных технических средств бытового, культурного и прочего назначения.

В 1980-1990-е годы происходит качественный скачок технологии разработки программного обеспечения: центр тяжести технологических решений переносится на создание средств взаимодействия пользователей с ЭВМ при создании программного продукта. Важное место занимает представление и обработка знаний. Создаются базы знаний, экспертные системы. Широко распространяются персональные ЭВМ.

Первый персональный компьютер был выпущен фирмой IBM в 1981 году, а в качестве операционной системы была разработана MSDOS. После этого этапа начался переход на микропроцессорную базу и развитие глобальных и локальных сетей во всём мире.

На современном этапе развиваются инструментальные среды и системы визуального программирования для создания программ. Находит применение массовая распределенная обработка данных. Уникальные возможности дает Internet, потенциально позволяя создать самый большой параллельный компьютер, чтобы эффективно использовать имеющийся потенциал сети.

Все вышеуказанное предопределило дальнейшее развитие технологий САПР, которые являются необходимым инструментом создания современных технических объектов во все сферах инженерной деятельности. В условиях динамично развивающегося рынка САПР знание основ трёхмерного моделирования, создания чертежей в САД-системе является необходимым для будущего специалиста. На любом предприятии и в высшем учебном заведении в последние несколько лет большое внимание уделяется подготовке расчётов, чертежей и документации именно с использованием персональных компьютеров [2]. Будущий специалист, кроме знаний в своей области, должен отменно владеть навыками автоматизированного проектирования, легко, точно, а главное, быстро решать поставленные задачи в графическом редакторе или в расчётной системе [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://orientir365.ru>.
2. Легкова И.А., В.П. Зарубин, Бык Н.О., Оганин А.Г. Применение прочностного расчёта конструкции в Компас-3D при подготовке специалистов пожарной охраны. Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов международной научно-практической конференции. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. С.496-499.
3. Легкова И.А., Зарубин В.П., Сычев С.А. Возможности современной компьютерной техники для проведения инженерных расчетов. Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов международной научно-практической конференции. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2016. С.265-267.

УДК 378.12

Н. А. Кропотова, В. Е. Иванов, Е. Ю. Моисеева

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО И АДАПТАЦИОННОГО ПОДХОДОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

В статье рассматриваются возможные пути реализации профессионально-ориентированного подхода в процессе подготовки специалистов пожарной охраны Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Ключевые слова: профессионально ориентированный подход, профессиональная адаптация, ранняя профессиональная адаптация, подготовка кадров, образование.

N. A. Kropotova, E. V. Ivanov, E. Yu. Moiseeva

IMPLEMENTATION OF PROFESSIONALLY-ORIENTED AND ADAPTIVE APPROACHES IN THE TRAINING OF EXPERTS OF FIRE PROTECTION

The article discusses the possible ways to implement a professionally-oriented approach in the training of fire protection specialists of the Ivanovo fire and rescue Academy of the state emergency service of Russia.

Keywords: professionally oriented approach, professional adaptation, early professional adaptation, training, education.

За последние десятилетия в связи с глобальной информатизацией общества чаще слышим о внедрении наукоемких технологий и высокотехнологичных производств во всех сферах деятельности человека. Стремительное увеличение объемов информации и рост и коммуникационных возможностей автономных устройств с микропроцессорами приводит к реакции в сфере науки и образования. Поэтому выполняя главную задачу по подготовке высококвалифицированных специалистов, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России организует и распространяет как на учебных занятиях, так и во внеурочное время профессиональную ориентацию как обучающихся академии, так и учащихся старших классов Кадетского пожарно-спасательного корпуса, предоставляя возможность дальнейшего обучения по данному направлению, получая высшее образование в качестве обучающихся. Но и здесь не останавливаясь, а дополняя возможности инновационного образования для решения вопросов профессиональной ориентации и адаптации обучающихся организуется профессионально-ориентированный подход во всех видах деятельности: образовательной, воспитательной, развивающей, научной.

В связи с активным внедрением новых технологий в жизнь общества постоянно увеличивается потребность не только в профессиональных кадрах, но и в непрерывном образовании в различных областях науки и техники, обеспечивающих подготовку специалистов в области пожарной и техносферной безопасности, например, таких как пожарная и аварийно-спасательная техника, робототехника, нанотехнология, др. Для погружения в область научно-исследовательских работ и достижений отечественных и зарубежных инженеров служит ранняя профессиональная ориентация, начиная со школьной скамьи. Заполнить пробел между школьными увлечениями и серьезной подготовкой для поступления в высшее учебную организацию позволяет изучение робототизированных систем в Кадетском пожарно-спасательном корпусе на основе специальных образовательных конструкторов. Возможность совершенствования творческих способностей и профессионально-ориентированных умений позволяет участие в олимпиадах различного уровня (рис. 1).

Введение робототехники в школе неизбежно изменит картину восприятия учащимися технических дисциплин, поскольку помимо зрительного восприятия несет прикладное значение – основа ранней профессиональной адаптации.

Применение учащимися на практике теоретических знаний, полученных на уроках математики, информатики или физики, ведет к более осознанному и углубленному пониманию фундаментальных законов и основ, закрепляет полученные навыки в решении технических или проектных задач, формируя прочное образование с высокой степенью обучаемости. И с другой стороны, занятия робототехникой формируют умения ведения расчетов простейших механических систем, а также алгоритмы их автоматического функционирования под управлением программируемых контроллеров, послужат хорошей основой для последующего инженерного высшего образования.

Возможность прикоснуться к неизведанному миру роботов для современного ученика и обучающегося является очень мощным стимулом к познанию нового, формированию стремления к самостоятельному созиданию. При внешней привлекательности поведения, роботы могут быть содержательно наполнены интересными и непростыми задачами, которые неизбежно встанут перед юными инженерами. Их решение сможет привести к развитию уверенности в своих силах и к расширению горизонтов познания. Новые принципы решения актуальных задач человечества с помощью роботов, усвоенные в школьном возрасте, ко времени окончания вуза и начала работы по специальности отзвучатся в принципиально новом инновационном подходе к реальным задачам.

Занимаясь с учащимися робототехникой, мы подготовим специалистов нового склада, способных к совершению инновационного прорыва в современной науке и технике, в действительности на практике уникальный опыт.

Задача робототехники состоит в привлечении обучающихся всех уровней образования к современным технологиям конструирования, программирования и использования роботизированных устройств. Задача преподавателей – мотивация к познанию и творчеству, развитие интеллектуальных способностей, подготовка и профессиональная ориентация обучающихся для профессионального обучения и самообучения. При проведении занятий реализуются самые современные методы и инновационные технологии обучения, создавая необходимые педагогические условия.

Обучающиеся, состоящие в научном обществе обучающихся кафедры механики, ремонта и деталей машин (в составе УНК «Пожаротушение»), на учебных занятиях по следующим дисциплинам: механика, прикладная механика, детали машин и инженерная графика проектируют робототехнические комплексы, которые отражают в своих курсовых работах и научных проектах. Кадеты в качестве вводного курса получают знания на занятиях по робототехнике, которые формируют комплекс базовых технологий (конструирование, программирование, исследование, создание проекта, совершенствование на уровне изобретательских способностей) применяемых для создания роботов, решают задачи с построением различных механизмов или роботов простейшего управления на базе конструктора LEGO Mindstorms Education EV3 (рис. 2). Обучающиеся овладевают навыками конструирования не только простейших механизмов, а также занимаются программированием и созданием робототехнических комплексов, выполняющих профессиональные задачи (рис. 3). Это является следующим этапом универсальной подготовки обучающихся по созданию современных роботизированных устройств, является изучение аппаратно-программных средств Arduino, на основе которых удалось сконструировать робота для проведения химической разведки с дистанционным управлением, радиус которого ограничен радиусом действия сетей GSM связи.



Рис. 1. Участие кадетов Кадетского пожарно-спасательного корпуса в олимпиаде школьников «Робофест-2018»



Рис. 2. Робот LEGO

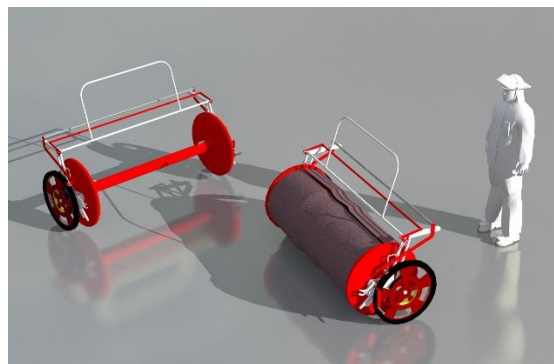


Рис. 3. Робот на платформе Arduino

Подготовка профессионально-ориентированных абитуриентов, способных решать уже разведывательные и конструкторские навыки, способствует активному вовлечению обучающихся в вузовской среде Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России и других образовательных вузов МЧС России. Реализация заложенных умений и навыков возможна в проведении и представлении научно-исследовательской работы с использованием 3-D моделирования. Например, расстановка сил и средств при организации тушения пожара в торговом комплексе (рис. 4а) или трехмерная модель рукавной катушки (рис. 4б), где действуют эффект визуализации для учебного процесса.



а



б

Рис. 4. 3D модель расстановки сил и средств при тушении пожара:
а - в торговом комплексе, б – трехмерная модель рукавной катушки

Умения и навыки, заложенные на первом году обучения, способствуют отработке новых подходов к организации и проведения аварийно-спасательных работ с использованием новых методов, методик и инновационного оборудования. На основании этого появляется возможность создания электронных учебных пособий и 3-D книг с использованием элементов 3-D моделей, например при проведении ситуационной разведки и аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортном происшествии (рис. 5а) или пожаре в жилом помещении (рис. 5б).



Рис. 5. 3D модель проведения ситуационной разведки и аварийно-спасательных работ:
а – дорожно-транспортное происшествие с разливом горючего вещества,
б – жилое помещение

Данный подход приводит к созданию инновационных условий для развития личности, обладающего высокой профессиональной квалификацией, не только обучающихся, но и мастера и профессионализма преподавателей, идущих в ногу со временем.

В условиях модернизации современного образования тема профессионально-ориентированного подхода актуальна для кадетских корпусов, которые, прежде всего, ориентированы на подготовку юношей к служебной карьере, и адаптации на первых годах обучения в профессиональном учебном учреждении высшего образования. Подавляющее большинство кадет, поступая в кадетский корпус, уже ориентированы на продолжение обучения в высших учебных учреждениях МЧС России в качестве курсантов и в перспективе видят себя офицерами. Поэтому внедрение данного подхода в совокупности с адаптационным обучением является актуальным решением проблем профессионального обучения на сегодняшний день.

Таким образом, формирование в Кадетском пожарно-спасательном корпусе и Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России мотивирующей интерактивной среды развития технологических и профессионально-значимых компетентностей, реализуя профессионально-ориентированное обучение, способствует созданию уникальной модели образовательного учреждения:

- соответствие новым требованиям, предъявляемым к содержанию образования;
- восполнение патриотического воспитания и обучения;
- формирование основы для подготовки несовершеннолетних граждан к службе Отечеству;
- осуществление профилизации общего образования в старшей школе;
- решение проблем адаптации обучающихся на первом году обучения;
- реализация профессионально-ориентированного обучения;
- реализация адаптационного профессионального образования и обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кропотова Н.А. Интегрированные комплексные практические занятия на основе интерактивной технологии модерации. // Педагогический опыт: теория, методика, практика:

материалы VIII Международной научно–практической конференции. / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. № 3 (8). ISSN 2412-0529.

2. *Кропотова Н.А.* Становление личности в процессе обучения профессионального ориентированного ВУЗа. // Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации: материалы Дней науки в 2 частях / сост. М. Ю. Порхачев, О. Ю. Демченко. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России / сост. М. Ю. Порхачев, О. Ю. Демченко. 2016. Ч. 1. С. 114-116.

3. *Кропотова Н.А., Покровский А.А.* Активизация самостоятельной работы обучающегося. // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию со Дня образования учебного заведения и Году пожарной охраны России. / под общ. ред. В. В. Киселева. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016. С. 316-318.

4. *Кропотова Н.А.* Осуществление информационно-коммуникационной технологии через электронный контроль знаний. // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию со Дня образования учебного заведения и Году пожарной охраны России, Иваново, 14 апреля 2016 г. / под общ. ред. В. В. Киселева. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016. С. 318-320.

5. *Кропотова Н.А., Иванов В.Е.* Концептуальные основы формирования профессиональных компетенций обучающихся. // Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции «Надежность и долговечность машин и механизмов», Иваново, 13 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. ISBN 978-5-7807-1206-0. С. 496 – 499.

6. *Кропотова Н.А., Горинова С.В.* Концептуальные основы адаптивного обучения в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. // Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции «Надежность и долговечность машин и механизмов», Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 518 – 522.

7. Концепция адаптивного обучения для подготовки обучающихся высшей школы МЧС России для работы в сложных условиях. // Всероссийская научно-методическая конференция с международным участием «Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России», посвященная 100-летию академика Д.К. Беляева. Иваново, ИГСХА, 2017. Т. 4. С. 205-209.

8. *Киселев В.В., Иванов В.Е., Легкова И.А.* Применение интерактивных форм обучения для развития профессионально-деловых качеств курсантов // Новейшие достижения в науке и образовании: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Смоленск, 2016. С. 133-135.

9. *Иванов В.Е., Зарубин В.П., Иванов В.Е.* Трехмерная графика и область ее применения в учебном процессе. // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. Санкт-Петербург, 2015. - № 12-3. С. 107-109.

УДК 378.12

Н. А. Кропотова, И. А. Легкова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИНЦИПЫ АДАПТИВНОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Стремительное внедрение в жизнь новых технологий предъявляет высокие требования к уровню подготовки будущих специалистов самых разных областей. Особенно это актуально для образовательных учреждений, осуществляющих профессиональную подготовку специалистов, способных решать задачи в экстремальных условиях борьбы со стихийными бедствиями и техногенными катастрофами, где от их профессионализма, грамотных и решительных действий зависит жизнь и благополучие общества.

Ключевые слова: подготовка кадров, специалист, инженерно-техническая подготовка кадров, адаптивная система обучения.

N. A. Kropotova, I. A. Legkova

THE PRINCIPLES OF AGILE ENGINEERING TRAINING VOCATIONAL EDUCATION

The Rapid introduction of new technologies makes high demands on the level of training of future specialists in various fields. This is especially true for educational institutions engaged in training specialists able to solve problems in extreme conditions of struggle with natural disasters and man-made disasters, where their professionalism, competent and decisive actions affect the lives and well-being of society.

Keywords: training, specialist, engineering and technical training, adaptive learning system.

Современное развитие высшего образования, изменения статусов образовательных организаций России, содержание рабочих учебных программ и методики преподавания, обусловленные модернизацией Российского образования и преобразованиями во всех сферах государства, требуют новых инновационных подходов к совершенствованию профессиональной подготовки специалистов в вузах (Артамонов В.С., Гершунский Б.С., Афанасьев В.Г., Бордовский Г.А., Аганов В.С., Узун Л.С. и др.). Особенно это актуально для вузов, осуществляющих профессиональную подготовку кадрового состава Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России, стоящих на защите населения в борьбе со стихийными бедствиями и техногенными катастрофами, где от их профессионализма, грамотных и решительных действий зависит жизнь и благополучие общества.

Обзор литературных источников позволил выявить ряд некоторых противоречий, связанных с процессом качественной инженерно-технической подготовки выпускников профессиональных вузов МЧС России. Выделим лишь наиболее явные:

1) противоречие между возрастающим уровнем требований к профессионализму специалистов МЧС России в современных условиях и системой их профессиональной подготовки, не учитывающей (или в малой степени учитывающей) произо-

шедших изменений в объеме и сложности решаемых задач, поставленных при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) и других неотложных работ;

2) противоречие между потребностями государства (общества) в квалифицированных специалистах и необходимостью изменения теоретической и методологической концепции, а также реализуемых приемов и технологических методов для совершенствования системы профессиональной подготовки выпускников вуза, готовых к любым видам деятельности в условиях современности;

3) противоречие между возрастающей необходимостью оценки уровня профессиональной готовности курсантов к деятельности в условиях ЧС на различных этапах (курсах) обучения и отсутствием методики ее измерения (или выявления, коррекции имеющихся недостатков в методиках ее измерения);

4) повышающиеся требования к физическим и психологическим качествам специалистов противоречат отсутствию специальных программ психофизиологической подготовки для работы в любой среде (воздух, вода, суровые климатические условия Арктики, др.) курсантов в стенах образовательных организаций.

Разрешение перечисленных противоречий возможно лишь при условии обоснования реализуемого компетентностного подхода и разработки адаптивной педагогической системы профессиональной подготовки специалистов к деятельности в ЧС применительно к изменяющимся условиям обстановки [1]. Причем основные принципы адаптивности должны быть направлены на снижение адаптационного периода обучающихся на первом курсе и параллельное вовлечение их в профессиональную деятельность с учетом инженерно-технической подготовки.

Современная образовательная система нуждается в формировании единой образовательной базы подготовки кадрового состава ГПС МЧС России для работы в любых условиях: теоретические основы, практические умения и навыки работы при воздействии различных сред, передовой отечественный опыт при работе в ЧС, в том числе и опыт зарубежных специалистов, инновационный подход к системе образовательного процесса и проведения научно-исследовательских разработок и внедрения их в практику [2].

На сегодняшний день особо актуальна жесткая конкуренция на рынке труда, которая предъявляет высокие требования к уровню и качеству подготовки будущих специалистов самых разных областей, в том числе и выпускников образовательных учреждений МЧС России. Особое значение для реализации успешного процесса обучения и приобщения к профессиональной деятельности отводится навыкам самообразования, инженерно-технической подготовке, умению применить теоретические знания в практической деятельности, владению нормативно-правовой базой. Поэтому процесс обучения будущих специалистов в условиях образовательных организаций высшего образования строится на активном использовании новых педагогических технологий, который ориентирован на инновационное образование. В свою очередь, инновационное образование реализует личностный и акмеологический подходы, фундаментальность, развитие творческих и уникальных способностей, нестандартное мышление, которое служит базой формирования профессионально важных качеств, синтез технической и гуманитарной культуры, владение новейшими информационными технологиями и умение адаптироваться к любым условиям среды (обучение, служебная деятельность, ведение восстановительных работ, разбор завалов, ликвидация ЧС и др.) [3].

Исходя из проанализированных данных профессионального становления обучающегося и оценки его деятельности, были сделаны выводы о необходимости модернизации образовательной системы подготовки кадрового состава ГПС МЧС России к профессиональной деятельности, в том числе при ЧС для формирования наиболее совершенных, уникальных профессионально-значимых компетенций выпускника, реализуя при этом компетентностный подход системы инновационного образования, неотъемлемой частью которого необходимо считать реализацию принципов адаптивности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шадриков В.Д.* Новая модель специалиста: инновационная подготовка и компетентностный подход. // Высшее образование сегодня. 2004. № 8. С. 26-33.
2. *Кропотова Н.А., Иванов В.Е.* Концептуальные основы формирования профессиональных компетенций обучающихся. // Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции «Надежность и долговечность машин и механизмов». Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 496-499.
3. *Кропотова Н.А.* Концепция адаптивного обучения для подготовки обучающихся высшей школы МЧС России для работы в сложных условиях. // Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием «Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России», посвященной 100-летию академика Д.К. Беляева, Иваново: ИГСХА, 2017. С. 205-209.

УДК 378

Е. Ю. Куваева, М. Ю. Колобов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Внедрение в практику образовательных услуг современных компьютерных и информационных технологий, использование возможностей ресурсов интернета позволяет расширить диапазон инструментов, используемых студентами в процессе обучения.

Ключевые слова: инновационные технологии, графические дисциплины.

E. Yu. Kuvayeva, M. Yu. Kolobov

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING GRAPHIC DETAILS

Introduction of modern computer and information technologies into the practice of educational services, use of the resources of the Internet allows expanding the range of tools used by students in the learning process.

Keywords: innovative technologies, graphic disciplines.

Подготовка современного инженера предполагает приобретение студентами знаний и умений в области инженерной графики, как основы технической грамотности.

сти, обеспечивающей условия коммуникации, профессиональной производственной, проектной, исследовательской, творческой деятельности. В современных условиях непрерывного ускоренного совершенствования техники и технологии, бурного развития средств информационных технологий и компьютерных методов обработки графической информации все более возрастает востребованность специалистов в областях промышленности, строительства, других областях деятельности, свободно владеющих и использующих системы инженерной компьютерной графики в профессиональной деятельности.

Инженерно-графическая компетентность – это совокупность знаний студента о месте и роли графических объектов в инженерной деятельности, умение применять современные технические средства: выполнять чертежи и модели с использованием наиболее распространённых компьютерных программ. В последнее время к выпускникам вузов предъявляются повышенные требования по владению компьютерными программами с графическим редактором.

Современная методика обучения студентов ИГХТУ строится на новых технологиях конструирования, в которых центральное место занимает компьютерная графика. Использование компьютерных технологий является обязательным условием современного процесса обучения. Наиболее удобной для использования в преподавании азов компьютерной графики является программа «КОМПАС-3D». Программа КОМПАС-3D оснащена системой трёхмерного моделирования, универсальной системой автоматизированного проектирования КОМПАС-График, модулем проектирования спецификаций и текстовым редактором. Данная программа наиболее подходит для создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц. Основные компоненты КОМПАС-3D имеют русскоязычный интерфейс и справочную систему, они просты в освоении. КОМПАС-3D – программа, которая очень проста в управлении, у нее простой и удобный интерфейс, установлены различные библиотеки. Очень удобный вывод на печать любых форматов. Удобство в выборе масштаба.

Опыт преподавания программы «КОМПАС-3D» показал, что она быстро и легко осваивается студентами, значительно ускоряет процесс разработки чертежной документации и заметно повышает ее качество. Работая в редакторе «КОМПАС-3D», студент оперирует такими графическими понятиями, как чертеж, вид, разрез, проекция, основная надпись, масштаб, размер, сопряжение и т.д. На базе кафедры механики и компьютерной графики ИГХТУ имеется 2 компьютерных класса с интерактивной доской, оснащённых программным продуктом «КОМПАС-3D». Внедрение в практику образовательных услуг современных компьютерных и информационных технологий, использование возможностей ресурсов интернета позволяет расширить диапазон инструментов, используемых студентами в процессе самостоятельной работы.

Составной частью работы по разработке и внедрению в процесс обучения графическим дисциплинам компьютерных обучающих и контролирующих средств является методика подготовки и проведения занятий по графическим дисциплинам с использованием новых информационных технологий.

Преподаватели кафедры механики и компьютерной графики читают лекции и ведут практические занятия с применением мультимедийной техники и используют в работе современные инновационные методы обучения. На кафедре при проведении занятий по графическим дисциплинам используются электронные презентации формата Microsoft Power Point. Повышению степени умственной активности учащихся способствует использование форм наглядности, которые не только дополняют сло-

весную информацию, но и сами выступают носителями информации. Студент усваивает текст быстрее и лучше запоминает содержание.

Появление новых программных средств (электронные каталоги оборудования, электронные библиотеки ГОСТов) упрощает выполнение чертежей, рабочей документации и проектных работ в целом. В процессе развития науки и техники возрастает объём научных знаний, которыми должен владеть студент, между тем время, отводимое для изучения материала, остаётся прежним. В связи с этим, возникает ряд проблем в организации учебного процесса, прежде всего, потребность перехода на новые формы обучения с научно-обоснованными методами и приёмами, которые способствуют приобретению устойчивых знаний технического характера. Методическое обеспечение студентов ИГХТУ по графическим дисциплинам находится на высоком уровне. За последние время издано 5 учебных пособий по начертательной геометрии и инженерной графике. Разработан ряд тестов для проверки знаний студентов. Это позволяет студентам осваивать инженерную и компьютерную графику более успешно и продуктивно.

На сегодняшний день в нашем университете действует интернет-портал на основе программного продукта «Moodle». Это модулярная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда, позволяющая создавать электронные курсы с прямым доступом к ним пользователей посредством интернета. Данный ресурс интернет-портала используется в целях межсессионного обучения и самостоятельной работы студентов. Среди основных преимуществ интернет-портал можно выделить следующее:

- удаленный доступ к электронным ресурсам курса (рабочей программе, учебно-методическим изданиям, лекциям, тестам и др.);
- наличие двусторонней связи между студентом и преподавателем; возможность своевременного получения информации (новостной и учебной);
- проведение промежуточного контроля знаний и многое другое.

В заключение следует отметить, что применение компьютерных технологий в любом образовании стало социально-экономической потребностью, а графическое образование, реализуемое без применения информационных технологий, не может считаться современным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долженко О.В. Современные методы и технологии обучения в техническом вузе: Методическое пособие / О.В. Долженко, В.Л. Шатуновский. М.: «Высшая школа», 1990. – 191 с.

УДК 614.849, 37.013.32

Т. А. Кузьмина, Н. Н. Романов, А. А. Кузьмин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

НАТУРНО-ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА

Представлена натурно-виртуальная модель лабораторного практикума, предусматривающая вынос его виртуальной фазы на внеаудиторный период самостоятельной работы обучающихся. Предложен способ расширения доступа обучающихся к информационно-методическому обеспечению внеаудиторной самостоятельной работы.

Ключевые слова: профессиональная компетентность; лабораторный практикум; лабораторная работа; самостоятельная работа; натурный эксперимент; виртуальный эксперимент; лабораторный практикум; операционная система; смартфон; электронная таблица.

T. A. Kuzmina, N. N. Romanov, A. A. Kuzmin

NATURAL AND VIRTUAL MODEL OF THE LABORATORY PRACTICAL WORK

The natural and virtual model of a laboratory practical work providing carrying out of his virtual phase for the out-of-class period of independent work of students is presented. The way of expansion of access for students to information methodically ensuring out-of-class independent work is offered.

Keywords: oil and gas complex; combustible gas; subcritical expiration; critical expiration; mass expense; expense coefficient; excessive pressure of explosion; combustible liquid; tank of limited capacity.

Подготовка высококвалифицированных специалистов, способных решать служебные задачи в составе подразделений Федеральной противопожарной службы МЧС России, предполагает в том числе и формирование профессиональной компетенции ПК-39, характеризующейся способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов [1], что невозможно без организации лабораторного практикума по дисциплинам естественно-научного и общетехнического циклов.

При выборе схемы проведения лабораторного эксперимента неизбежно возникает главный вопрос по характеру эксперимента: натурный или виртуальный. Возможным вариантом представляется использование натурно-виртуальной модели организации лабораторного эксперимента, представленной на рис. 1. Функциональная схема виртуальной смарт-лаборатории (ВСЛ), которая была реализована для информационно-методической поддержки выполнения студентами специальности «Судебная экспертиза» лабораторного практикума дисциплины «Термодинамика и теплопередача», представлена на рис. 2. Основная идея предлагаемой модели состоит в дополнении результатов натурной фазы лабораторного эксперимента результатами проведения виртуальной фазы в условиях, выходящих за рамки возможностей лабораторного занятия и совместной обработки полученных данных, что позволит получить

практические навыки в работе с измерительными приборами и освоить статистические методы обработки результатов измерений.



Рис. 1. Натурно-виртуальная модель лабораторного эксперимента



Рис. 2. Функциональная схема ВСЛ

Опрос 42 курсантов и студентов, согласившихся участвовать в педагогическом эксперименте, обучающихся в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза», показал, что все они используют смартфоны различных торговых марок на операционной системе (ОС) Android, у которых тактовая частота процессоров 1,6 ГГц и более, а встроенная память, как правило, превышает 8 Гбайт. Это позволяет ориентировать разрабатываемый программный продукт на решение задач по поддержке большинства функций по генерации, хранению и обработки данных виртуальной фазы эксперимента. [2]

Основная проблема программной реализации ВСЛ состоит в создании интерфейса, который бы соответствовал возможностям наиболее распространенного в подобных аппаратах дисплея с диагональю 5,2» (131,8 мм). Кроме того, было важно использовать у обучающихся курсантов и студентов ранее сформированные навыки работы с наиболее распространенным программным продуктом, которыми являются такие компоненты MS Office как текстовый процессор (редактор) Word и табличный процессор (электронная таблица) Excel [3]. Эти обстоятельства и явились главным побудительным мотивом в использовании компонентов MS Office в качестве программного ядра ВСЛ.

Кроме того, учитывалось, что вычислительные возможности Excel могут быть легко расширены за счет инкорпорирования соответствующих макросов, выполняемых на Visual Basic [4]. Этот же программный продукт был использован для создания реляционных баз данных, содержащих массив индивидуальных заданий на виртуальную фазу лабораторного эксперимента и массив физических свойств объекта моделирования.

Стартовый экран ВСЛ «Исследование конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости» в режиме «Начальные данные» представлен на рис. 3.

При обращении к символу «Q», находящемуся в левом верхнем углу начального кадра, пользователем осуществляется оперативный переход к просмотру текстового файла формата *.doc, содержащего виртуальный лабораторный практикум.



№ ВАРИАНТА		
2	9	9

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Длина образца L, м	0,5
Диаметр образца d, м	0,032
Диаметр канала D, м	0,05
Напряжение U, В	70,0
Температура воздуха на входе в установку t _н , °С	21
Степень черноты образца ε	0,5
Степень черноты поверхности помещения ε _н	0,8
Температура в помещении, °С	20
Режимы:	V, л/с
Режим 1	а
Режим 2	8,4
Режим 3	9,0
Режим 4	10,0
Режим 5	12,0

Рис. 3. Стартовый экран ВСЛ «Исследование конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости»

Тематика лабораторных экспериментов позволяет обучающимся студентам освоить статистические методы обработки результатов лабораторного эксперимента в ходе самостоятельной работы во внеаудиторный период, что было подтверждено результатами защиты отчетов по лабораторным работам.

Таким образом, в ходе исследования вопроса программно-аппаратного обеспечения лабораторно эксперимента в ходе внеаудиторной самостоятельной работы была сформирована натурно-виртуальная модель лабораторного практикума, предусматривающая вынос его виртуальной фазы на внеаудиторный период самостоятельной работы обучающихся, а также предложен вариант реализации виртуальной теплофизической smart-лаборатории на основе использования электронный таблицы MS Excel при подключении необходимых макросов, выполненных на Visual Basic.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета). Утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 17 августа 2015 г. N 851
2. Android – операционная система с открытым исходным кодом [Электронный ресурс] URL: <https://android.com>. [дата обращения: 16.02.2018]
3. Excel – программа редактирования таблиц XLS | Microsoft. [Электронный ресурс] URL: <https://products.office.com/ru-ru/excel>. [дата обращения: 26.02.2018]
4. Visual Basic | Microsoft Docs. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/visual-basic/>. [дата обращения: 26.02.2018]

УДК 66.074.3

Е. П. Милосердов, А. А. Голубихин

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ФРАКТАЛОВ ДЛЯ СИНТЕЗА ОБЪЕМНЫХ ФИЛЬТРОВ ОЧИСТКИ ПОТОКА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ

Рассмотрены параметры фильтров в виде 3D фрактала губки Менгера, оптимальных для очистки отходящих газов металлургических производств.

Ключевые слова: фильтры очистки газов губка Менгера.

E. P. Miloserdov, A. A. Golubihin

THE USE OF 3D FRACTALS FOR THE SYNTHESIS OF BULK FILTERS OF THE EXHAUST STREAM

The parameters of filters in the form of 3D fractal of Menger sponge, optimal for purification of exhaust gases of metallurgical industries, are considered.

Keywords: filters gases Menger sponge.

Для ряда технологий металлургического производства поток отходящих газов требует не только очистки, но и концентрации собранных примесей, которые в дальнейшем используются как ценное сырье. Особенно это характерно для технологий цветной металлургии, где при обработке полиметаллических руд одновременно получают несколько металлов: медь, никель, свинец, олово, цинк и др. Для очистки потока отходящих газов в этих производствах получили большое распространение объемные фильтры, позволяющие задерживать на внутренних поглощающих поверхностях частицы, содержащие окислы и соли перечисленных металлов. Практика применения таких фильтров показала целесообразность использования в качестве объемных фильтров объектов специальной структуры: 3D фракталов с заданными пространственными параметрами, позволяющими селективно задерживать частицы определенных размеров – губка Менгера [1].

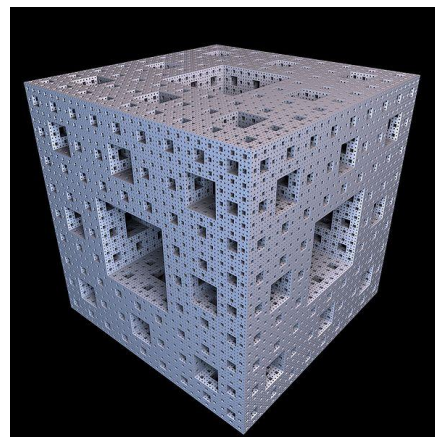


Рисунок. Элемент фильтра объемной очистки в виде 3D фрактального объекта (губка Менгера)

Заполнение пространства дымохода элементами фильтра в виде губок Менгера (рисунок) позволит не только очищать дымовой поток от частиц, но и разделить поглощаемые частицы по величине. В первых рядах объемных элементов будут задерживаться преимущественно самые крупные частицы, далее более мелкие. При достаточной длине фильтра и правильном выборе параметров ячеек можно добиться качественной очистки уходящих газов от примесей и разделения загрязняющих примесей по размерам. Так, например для технологий цветной металлургии, для уходящих газов характерен следующий состав примесей [2] (таблица).

Если при изготовлении элементов объемного фильтра в виде губок Менгера выполнить размеры отверстий в соответствии с рядом 13,5 4,5 1,5 0,75 0,25 мкм, то при достаточной длине фильтра будет обеспечиваться оптимальная селективность поглощения частиц примесей. При прекращении изменения аэродинамического сопротивления дымоход перекрывается и производится замена элементов фильтра.

Таблица. Размеры частиц примесей разного состава уходящих газов

Состав примесей	Размеры частиц, мкм
Соединения цинка	5-8 6-15 (без предварительной очистки)
Соединения никеля	1,5 -4,5
Соединения меди	2,5 -4,5
Соединения олова	0,3-0,5
Соединения свинца	0,5-1,2

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физическое моделирование пористой структуры углеродных сыпучих материалов. А.В.Медведева. Сборник научных статей «Проблемы технологической безопасности и устойчивого развития» Выпуск VI Тамбов Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ» 2015
2. сайт metal-arhive.ru Основы металлургии. Характеристика пылей цветной металлургии.

УДК 514.181

Е. П. Милосердов, А. А. Мукучян, М. А. Кузнецов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПО СОВОКУПНОСТИ ИХ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ

В статье рассмотрен алгоритм восстановления трехмерных моделей многогранников по совокупности заданных произвольно размещенных прямоугольных проекций.

Ключевые слова: каркасно-реберная полигональная модель восстановление.

E. P. Miloserdov, A. A. Mukuchyan, M. A. Kuznetsov

RESTORATION OF POLYGONAL MODELS ON THE COLLECTIVITY OF THEIR ORTHOGONAL PROJECTS

The algorithm of the reconstruction of three-dimensional models of polyhedra by the set of given arbitrarily placed rectangles is considered. the paper. ar projections is considered in the article.

Keywords: Frame-edge polygonal model recovery.

Если прямая задача создания проекций полигональных моделей решается с помощью достаточно известных методов проецирования, которые позволяют получить в большинстве случаев однозначные решения в виде двух или трех проекций, то при восстановлении (реконструкции) трехмерных моделей возникают проблемы.

Рассмотрим случай каркасно-реберной (полигональной) трехмерной модели.

Модели в двухмерных проекциях будем представлять с помощью метода отображения границ [1] описывая их при помощи топологии и геометрических объектов. Основными топологическими единицами являются: faces (лицевые грани, или поверхности), edges (ребра) и vertices (вершины). Face – это ограниченная часть поверхности, относящаяся в некоторому ребру, ребро – сторона грани. В рамках этого подхода также выделяют алгоритмы восстановления псевдокаркасной модели, которая является одним из шагов в восстановлении solid объектов.

Алгоритм реконструкции каркасно-реберных 3D моделей по прямоугольным проекциям комплексного чертежа достаточно хорошо проработан в некоторых САПР [2] Однако, в ряде практически важных задач возникает необходимость синтеза 3D модели объекта по совокупности прямоугольных проекций с произвольным набором плоскостей проекций. При этом, конечно плоскости проекций не должны быть компланарными. Была поставлена задача разработки алгоритма и программы синтеза каркасно-реберных 3D моделей по их проекциям на заданные плоскости проекций. Предлагается следующий алгоритм:

1. Входными данными являются ортогональные проекции объекта на заданные плоскости проекций. Плоскости проекций задаются нормальными векторами в мировой системе координат, связанной с объектом. Проекции объектов представляются в

виде отрезков, построенных по точкам с координатами в локальных системах координат для каждой из плоскостей проекций. Для однозначного представления объекта требуется не менее трех некопланарных ортогональных проекций.

2. Рассматривая нормальные вектора плоскостей проекций как вырожденные кватернионы [3] можно получать двухкартинные чертежи объектов через произведение кватернионов. При этом результирующий кватернион при нормировании определит направление оси проекций (мнимая часть кватерниона определяет компоненты вектора) а действительная часть кватерниона – косинус угла между плоскостями проекций.

3. Любой двухкартинный чертеж дает неоднозначное отображение 3D модели объекта. Достаточный набор двухкартинных чертежей уменьшает неоднозначность модели в частных случаях до однозначного представления. Таким образом, третья проекция определяет условия однозначного восстановления трехмерной модели объекта.

4. На последнем этапе пользователь делает выбор 3D модели и производит её визуализацию в виде произвольной параллельной (аксонометрической) проекции.

В общем случае рассмотренный метод применим для любых выпуклых полигональных трехмерных моделей в том числе и с большим числом граней. На заключительном этапе реконструкции объекта, особенно для объектов с большим числом вершин и граней, важно определить видимость ребер многогранника: для определения видимости ребер в трехмерном пространстве можно использовать упрощенную форму алгоритма Робертса для одиночных многогранников. С этой целью необходимо определить скалярные произведения нормальных векторов граней с вектором направления от тела к наблюдателю: при положительных значениях скалярных произведений грань является видимой что приводит к видимости ребер, ограничивающих эту грань при отрицательных значениях скалярных произведений грани невидимы, что приводит к невидимости ребер, ограничивающих эти грани.

Разработана программа, реализующая этот алгоритм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Никаноров А.А.* Алгоритмы восстановления 3D объектов по 2D проекциям // Современная техника и технологии. 2014. № 7 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2014/07/417>
2. Синтез 3D модели объекта по изображениям на поле чертежа. С.А. Роменский, С.И. Ротков, М.М. Смычек, В.А.Тюрина 26 Международная конференция GraphiCon2016. Труды Международной научной конференции
3. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела. В. Н. Бранец, И. П. Шмыглевский. Главная редакция физико-математической литературы, Изд-во «Наука», М., 1973, 320 с.

УДК 796.011.3

В. А. Михайлов

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

СЛАГАЕМЫЕ УСПЕШНОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ

Рассматривается феномен успешности будущих руководителей структурных подразделений МЧС России инженерно-технического профиля. Проводится анализ содержания и структуры данного понятия. Даны рекомендации по работе, направленной на эффективность инженерно-технической подготовки выпускников образовательных учреждений МЧС России.

Ключевые слова: профессионально значимые качества, компетенции, инженерно-технический профиль, коллектив, мотив, удовлетворенность, инженерно-техническая подготовка.

V. A. Mikhailov

SUGGEST SUCCESSES OF ENGINEERING AND TECHNICAL TRAINING OF FIRE AND RESCUERS

The phenomenon of the success of the future managers of structural divisions of the Ministry of Emergency Measures of Russia of an engineering and technical profile is considered. The content and structure of this concept are analyzed. Recommendations are given on the work aimed at the effectiveness of engineering and technical training of graduates of educational institutions of the Ministry of Emergencies of Russia.

Keywords: professionally significant qualities, competences, engineering and technical profile, team, motive, satisfaction, engineering and technical preparation.

Определение стратегических направлений развития системы высшего образования в учебных заведениях МЧС России волнует как потенциальных работодателей, так и тех, кто непосредственно организывает и осуществляет преподавательскую деятельность на местах. В ходе научно-исследовательской работы, осуществляемой на кафедре психологии и педагогики университета ГПС МЧС, у руководителей структурных подразделений МЧС инженерно-технического профиля выясняли, что, прежде всего они ждут от выпускников профильного вуза. Ответы отличались по форме и содержанию, но суть всегда была одна – нужны сотрудники, которые способны учиться самостоятельно. Именно это нужно в жизни и профессиональной деятельности. Знание становится источником устойчивого конкурентного преимущества при надлежащей квалификации выпускника, фундаментом профессиональной компетентности [1]. Рассматривая профессионально важные качества выпускника пожарно-технического факультета, мы пришли к выводу, что современный и будущий руководитель структурного подразделения заинтересован в таком сотруднике, который:

- стремится и умеет думать самостоятельно, не проявляет когнитивную беспомощность при решении проблем;

- в полной мере обладает критическим и творческим мышлением, способностью гибко адаптироваться в меняющихся ситуациях;

- грамотно работает с информацией, а также демонстрирует способность формулировать аргументированные выводы и на их основе выявлять и решать новые проблемы, как технического, так и социально-психологического характера.

Одним из важнейших критериев успешности обучения в образовательных организациях МЧС России и дальнейшей службы в структурных подразделениях является мотив, следуя которому выпускники школы выбирают себе профессию спасателя и пожарного. Для того чтобы не произошло ошибки в выборе профессии, каждый абитуриент должен получить четкое представление о будущей работе. Способствует этому, прежде всего, профориентационная работа, проводимая наиболее эффективно в кадетских классах средней школы и на базе профильного высшего учебного заведения.

На кафедре психологии и педагогики Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России мотив выбора профессии курсантами всегда представлял интерес для анализа. Впрочем, как и факторы, обуславливающие удовлетворенность трудом сотрудников ГПС МЧС России в последующем. В данном контексте удовлетворенность трудом также рассматривалась нами как критерий успешности инженерно-технической подготовки пожарных и спасателей.

Исследование данных критериев становится особенно актуальным в настоящее время, так как для многих выпускников большое значение приобретает не только коллектив единомышленников, должность, зарплата, статусная роль, но и удовлетворенность трудом в целом. Можно назвать множество факторов, играющих ключевую роль в эффективности работы сотрудников. Но становится очевидным, что в настоящее время пожарные и спасатели стали по-другому рассматривать свое место и роль в структурной организации подразделения и министерства в целом, мотивационная сфера сотрудника приобрела черты, характеризующие гражданскую позицию субъекта профессиональной деятельности.

Для науки и практики особый интерес представляет изучение действенных мотивов выбора профессии, а затем и удовлетворенности трудом личного состава подразделений МЧС России, так как именно удовлетворенность трудом, ее поддержка, конструктивное формирование оказывают решающее влияние на эффективность деятельности сотрудников и подразделения в целом. Удовлетворенность трудом сотрудников выступает как предпосылка успешности дальнейшего профессионального обучения, как условие достижения успехов в профессиональной деятельности, она оказывает влияние на служебную карьеру и профессиональный рост.

Актуальная проблема для любого структурного подразделения ГПС МЧС России – это должная эффективность организации и управления сотрудниками, регуляция разворачивающихся между ними отношений, использование различных рычагов воздействий на них. Это априори влияет на самочувствие каждого отдельного сотрудника, а соответственно на его ощущения, представления и чувства по отношению к своим служебным обязанностям и ратному труду, иначе говоря, на удовлетворенность собственным трудом. Разумеется, что от того каким будет социально-психологический климат в коллективе и как будет восприниматься стиль управления конкретного руководителя будет зависеть и удовлетворенность трудом каждого отдельно взятого сотрудника организации.

Представляется очевидным знать, в чем причина низкой степени удовлетворенности трудом, дабы правильно прогнозировать данную ситуацию и вовремя предотвращать ее негативные последствия.

В результате проведенной экспериментальной работы в пожарно-спасательных подразделениях ГУ МЧС России по Санкт-Петербургу было подтверждено наличие индивидуально-психологических факторов, обуславливающих степень удовлетворенности трудом. Задача выполнялась путем разделения общей группы испытуемых на две: с разной степенью удовлетворенности трудом (высокой и низкой) и последующим выявлением корреляционной взаимосвязи, используя коэффициент корреляции Пирсона, между всеми измеряемыми параметрами в каждой из двух групп в отдельности. Было выявлено, что ни в одной, ни в другой группе не существует значимой корреляционной связи между общей удовлетворенностью трудом и восприятием социально-психологического климата. Однако, в группе с высокой степенью удовлетворенности трудом выявлена взаимосвязь общей удовлетворенности трудом с либеральным и демократическим стилями управления. А в группе с низкой степенью удовлетворенности трудом была выявлена статистически значимая отрицательная корреляционная связь на уровне тенденции между общей удовлетворенностью трудом и демократическим стилем руководства. Параллельно проводилось выявление различий между группами по показателям восприятия социально-психологического климата и восприятия стиля руководства. Было выявлено, что у сотрудников, по-разному оценивающих социально-психологический климат и стиль управления своего руководителя, существует различная степень удовлетворенности трудом. Очевидно, что данные полученные в нашем исследовании можно использовать в работе командиров и начальников структурных подразделений МЧС России.

Таким образом, можно констатировать, что инженерно-техническая подготовка (ИТП) является одним из основных видов служебной подготовки личного состава пожарных частей, спасательных центров и других структурных подразделений МЧС России. Она имеет целью постоянное, целенаправленное повышение теоретических знаний, совершенствование практических умений и навыков эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники в соответствии с должностными обязанностями, а также ввод в строй прибывающего пополнения по вопросам грамотного использования технических средств. Достижение цели станет невозможным без должного социально-психологического сопровождения инженерно-технической подготовки и, в целом, профессиональной деятельности.

Слагаемыми успешной инженерно-технической подготовленности выступают мотивация и удовлетворенность личного состава условиями прохождения службы, а также комплекс учебно-воспитательных мероприятий, проводимых в рамках служебной, специальной и общественно-гуманитарной подготовки. Важно - уделять должное внимание социально-психологическим аспектам деятельности и поведения сотрудника, даже если речь идет о сугубо инженерно-технической подготовке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Психолого-педагогические проблемы формирования профессионально-важных качеств обучающихся в ВУЗах ГПС МЧС России на основе требований ФГОС ВПО нового поколения. НИР. № государственной регистрации 115031110061 / Михайлов В.А., Михайлова В.В., Лобжа М.Т.; СПб.: СПб университет ГПС МЧС России, 2016.

УДК 796.011.3

В. В. Михайлова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОРТФОЛИО ВЫПУСКНИКА ВУЗА МЧС РОССИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Рассматривается компетентностный портфолио будущих руководителей структурных подразделений МЧС России инженерно-технического профиля. Проводится анализ структуры предлагаемого документа. Даны рекомендации по работе, направленной на внедрение портфолио, как дополнение к диплому выпускников образовательных учреждений МЧС России.

Ключевые слова: компетенции, портфолио, инженерно-технический профиль, коллектив, научно-техническая деятельность, аттестационная характеристика.

V. V. Mikhailova

COMPETENCY PORTFOLIO OF GRADUATES OF EMERGENCY MINISTRY OF RUSSIA ENGINEERING AND TECHNICAL PROFILE

The competence portfolio of the future managers of structural divisions of the Ministry of Emergency Measures of Russia of an engineering and technical profile is considered. The structure of the proposed document is analyzed. Recommendations are given on the work aimed at the introduction of the portfolio as an addition to the diploma of the graduates of the educational institutions of the Ministry of Emergencies of Russia.

Keywords: competences, portfolio, engineering and technical profile, collective, scientific and technical activity, attestation characteristics.

Что нужно современному спасателю или пожарному для того, чтобы чувствовать собственную значимость, ощущать важность и актуальность своей профессии, статус сотрудника МЧС России? Вопрос не риторический, а потому требующий компетентного анализа, который и стал основой материала, представленного в данной статье.

Компетентностно ориентированные ФГОС ВО, стремясь отойти от «знаниевого» традиционалистического подхода, главной целью которого являлись глубокие, прочные разносторонние академические знания, ставят в основу образовательной программы инженерно-технического профиля компетенции, всесторонне характеризующие личность выпускника.

Образовательное учреждение призвано выпустить бакалавра, специалиста или магистра не просто подготовленного к постоянному саморазвитию, но и готового к самосовершенствованию. Очевидно, что чем богаче будет его потенциал, тем ярче он обнаружится и проявится в профессиональной деятельности. Существует опасение, что если эта задача не будет решена, то, как утверждал в 1938 году известный русский философ Г.П. Федотов, есть перспектива могущественной, развитой, индустриальной, но абсолютно бездуховной и бездушной России. Ученый предрекал, что «го-

лая бездушная мощь – это самое последовательное выражение каиновой, проклятой Богом цивилизации».

Если профессиональные, общенаучные компетенции и отдельные навыки профессиональной деятельности развиваются при выполнении исследовательских работ и служебных задач, то общекультурные и социальноличностные компетенции формируются в многообразной внеучебной деятельности курсантов. Педагогическая инноватика, модернизация образовательного процесса в профильном инженерно-техническом вузе должны быть направлены на то, чтобы сделать эту деятельность столь же значимым и управляемым элементом образовательного процесса, как и учебную.

Представляется, что в любой момент времени курсанты или осведомленные лица будут иметь возможность через «обменник», локальную сеть внести в систему регистрации данных сведения об активности и достигнутых успехах обучаемых в профессиональной деятельности, службе, спорте, науке и технике, искусстве, общественной деятельности и пр. Эти сведения оцениваются по определенной шкале, разработанной подобно той, по которой в баллах измеряют сейчас вклад каждого курсанта-сотрудника и гражданского студента в научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую деятельность.

Таким образом, всесторонняя внеучебная и, в первую очередь, научно-техническая деятельность приобретает качественно и количественно измеримый, соревновательный в хорошем смысле слова, поисковый и стимулирующий характер.

Реализация данного подхода позволяет сформировать своего рода новое приложение к диплому, выдаваемому выпускнику вуза, – так называемое портфолио. В нем целесообразно указывать, в какую часть выпуска (первую десятку, первые 25 человек), входит выпускник по учебному, творческому и личностному рейтингам, подсчитываемым в течение всего периода обучения. В портфолио также могут быть внесены основные достижения курсанта в различных областях деятельности (изобретения, победы в конкурсах) за период его обучения. Представляется, что без этого компетентностный подход никогда не станет живым делом, непосредственно ориентирующим курсанта на повседневную всестороннюю активность в вузе. Ведь в современных динамично развивающихся структурных подразделениях МЧС России выпускнику предстоит продемонстрировать способность к проективной детерминации настоящего и, особенно, будущего, ответственность за него, веру в себя и в свои профессиональные способности влиять на то, что ждет впереди.

Предлагаемое нами приложение к диплому (выпускной квалификационной работе) откроет будущим командирам и начальникам выпускника вуза МЧС России с максимальной полнотой. Не секрет, что формализованная аттестационная характеристика выпускника ведомственного вуза воспринимается в местах его первого назначения по большей части формально. Через год в учебное заведение приходит отзыв на выпускника, утверждаемый начальником пожарной части или центра, по сути, также формализованный документ, не дающий всесторонней оценки того, как молодой офицер смог реализовать свой компетентностный потенциал.

Важнейшей формой управления является проведение конкурса на звание «Лучший курсант факультета пожарной безопасности». Это звание присваивается по итогам каждого семестра курсанту, стабильно в течение семестра имеющему максимальное количество баллов.

Курсанту (особенно на младших курсах) необходим постоянный авторитетный советчик, наставник, который вовлекал бы его в активную работу по саморазвитию. В предлагаемом подходе такую роль выполняет преподаватель выпускающей кафедры. Он связан с курсантом постоянной совместной исследовательской деятельностью, в которой, безусловно, проявляет квалификацию, вызывающую уважение и доверие курсанта. Используя различные способы и средства, включая информационные системы, он помогает курсанту анализировать объективные показатели его компетентностного развития, советует, как наилучшим образом распорядиться своими возможностями, стимулирует соревновательную мотивацию, профессиональный и личностный интерес.

Плодотворность такой работы зависит от того, имеется ли в вузе достаточная система стимулов успешной деятельности курсантов, за которые им было бы интересно бороться. Предлагаемая организация компетентностного портфолио объединяет курсантов и преподавателей в тесно связанный горизонтальными и вертикальными связями коллектив единомышленников. Это коллектив целеустремленно стремящийся к максимальному развитию компетенций выпускников ведомственного инженерно-технического вуза, их конкурентоспособности на службе в структурных подразделениях МЧС России.

УДК 378

Т. А. Мочалова, О. Е. Стронкина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ЛЕКЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРАКТИВНЫХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ

Описан опыт применения интерактивных методов обучения при проведении лекционных занятий в ВУЗе.

Ключевые слова: интерактивная лекция, метод обучения, развитие мышления, мотивация.

T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

ORGANIZATION OF WORK OF TRAINING AT LECTURES WITH USING INTERACTIVE FORMS OF TRAINING

Described the experience of using interactive teaching methods in conducting lecture classes at the university.

Keywords: interactive lecture, method of teaching, development of thinking, motivation.

Лекция в вузе по-прежнему является одним из основных методов обучения и представляет собой способ изложения объемного теоретического материала, обеспечивающий целостность и законченность его восприятия обучающимися [1].

Лекция – это учебная технология, с помощью которой преподаватель, используя определенный промежуток времени, устно предоставляет информацию и мысли на определенную тему определенному кругу обучающихся. При этих условиях создается обучающая ситуация, где основной задачей каждого обучающегося является получение информации [2].

Среди основных функций вузовской лекции выступает организующая, которая предусматривает, в первую очередь, управление самостоятельной работой курсантов и слушателей, как в процессе лекции, так и в часы самоподготовки. При этом лектор ориентирует обучающихся на работу с литературой, информирует о появлении новых источников, обращает внимание курсантов и слушателей на то, что им необходимо изучить и что с чем сопоставить.

Так как самым слабым местом традиционной лекции является пассивность курсантов и слушателей при высокой односторонней активности преподавателя, то в последнее время появился ряд разновидностей подачи лекционного материала, позволяющих организовать активную работу обучающихся на лекционных занятиях.

При проведении интерактивных лекций используется двусторонняя коммуникация лектора и обучающихся. Они включают в себя мотивирующие элементы тренинговой игры, и в то же время лектор сохраняет высокий уровень контроля за происходящим в аудитории. При этом лектор может легко переключаться с традиционной лекции на интерактивную.

Нами в рамках дисциплин «Теория горения и взрыва», «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» применяются лекция с заранее запланированными ошибками, лекция-викторина, лекция с применением техники обратной связи.

Лекция с запланированными ошибками способствует активизации познавательной деятельности обучающихся на занятиях, повышает их концентрацию внимания, позволяет повысить контролирующую функцию лекционных занятий.

Ее основной принцип состоит в том, что преподаватель во вступительной части сообщает о наличии ошибок в излагаемом материале (число ошибок не называется). Ошибки бывают в определениях понятий, категорий и т. д. Преподаватель заранее заносит их на отдельные слайды в самом конце презентации. При этом он объявляет, что по ходу чтения лекции, обучающиеся могут остановить лектора и сообщить о замеченной ошибке. За 10–15 минут до окончания лекции осуществляется педагогическая диагностика выявленных курсантами и слушателями ошибок с подробным их анализом и обоснованием, уточняется правильное понимание материала, причем правильные ответы рекомендуется подчеркивать или обводить. Лекция с запланированными ошибками учит курсантов и слушателей анализировать предъявляемую информацию, подвергать ее сомнению, формулировать ответы, контролирует их подготовленность к будущей профессиональной деятельности. Обучающиеся с большой заинтересованностью воспринимают такую форму проведения лекции, так как в данном случае они контролируют ситуацию, стремятся выглядеть компетентными, выступают в роли эксперта. При этом снимается психологический барьер боязни дать неверный ответ. Выполнение заданий, подразумевающих поиск ошибки, активно применяется нами не только на лекциях, но и при проведении практических занятий [3].

Мобилизует внимание аудитории на протяжении всего занятия не только возможность поиска ошибок в ходе лекции, но и прием постановки вопросов обучающимся «Кот в мешке». Метод заключается в следующем. По ходу изложения учебного материала при смене слайдов возникает картинка с «котом в мешке», это означает,

что сейчас будет задан вопрос к аудитории, относящийся к данному материалу. Первого отвечающего назначает сам преподаватель, а затем уже отвечавший обучающийся передает право ответить на следующий вопрос одному из своих товарищей.

Основной идеей лекции-викторины является использование тестовых включений [4]. Например, лекция сначала дается в традиционном формате, затем лектор останавливает лекцию, делит обучающихся на несколько команд. Командам предлагается придумать вопрос основываясь на своих записях и услышанном во время последнего фрагмента лекции. По истечении некоторого времени лектор выбирает одну команду, и просит ее представителя зачитать вопрос, а затем выбрать представителя другой команды для ответа.

Описанная организация работы обучающихся на лекциях с использованием интерактивных форм обучения позволяет добиться приращения знаний, проявления элементов творчества. Обучающиеся не механически и бездумно записывают за лектором учебный материал, а конспектирование лекции превращается в глубокий мыслительный процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Образцов П.И., Косухин В.М.* Дидактика высшей военной школы: Учебное пособие. – Орел: Академия Спецсвязи России, 2004. – 317 с.
2. *Овакимян Ю.О.* Моделирование структуры и содержания процесса обучения. – М., 2009. – 123 с.
3. *Мочалова Т.А.* Применение активных методов в процессе обучения в вузе. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. - ISBN 978-5-7807-1206-0 – С.571-573.
4. <http://pandia.ru/text/80/264/98402.php>.

УДК 378

Т. А. Мочалова, О. Е. Стронкина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА»

Описан опыт применения интеллектуальных карт в ВУЗе при изучении дисциплины «Теория горения и взрыва», приводится перечень программного обеспечения. Интеллектуальные карты рассматриваются как эффективное средство обучения.

Ключевые слова: интеллектуальные карты, эффективность обучения, развитие мышления.

T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

APPLICATION OF MIND MAPS IN DISCIPLINE LEARNING «THEORY OF COMBUSTION AND EXPLOSION»

Describes the experience of using mind maps in the university in the study of the discipline «Theory of grief and explosion,» a list of software is provided. Mind maps are regarded as an effective means of teaching.

Keywords: mind maps, the effectiveness of teaching, the development of thinking.

В настоящее время объем информации, который необходимо усвоить обучающимся в процессе изучения различных дисциплин, постоянно увеличивается. Поэтому необходимо научить студентов структурировать, запоминать информацию и при необходимости грамотно использовать. Для этого в процессе профессиональной подготовки необходимо применять такие способы упорядочения информации, при которых происходит наиболее эффективное ее осмысление и запоминание.

Традиционным способом усвоения информации является ее последовательное, логичное представление. Известно, однако, что наш мозг не работает линейно и последовательно. При обдумывании какой-либо проблемы мы не мыслим, переходя от первого пункта ко второму, а от второго к третьему. Любая информация, поступающая в мозг, представляется нам в виде некоего центрального объекта, от которого расходятся десятки, сотни, тысячи своеобразных крючков-ассоциаций [1]. Человеческий мозг стремится воспринимать информацию наглядно. Существуют различные способы зафиксировать ход своих мыслей: писать, подчеркивать и выделять текст разными цветами, рисовать, чертить таблицы, схемы и графики и т.п.

Одним из методов обучения, отвечающим особенностям работы человеческого мозга, позволяющим существенно увеличить запоминание большого объема материала и способность к его воспроизведению, является метод интеллект-карт. В начале 70-х годов XX века психолог Тони Бьюзен разработал технологию работы с информацией, в основу которой положил графическое отображение естественных мыслительных процессов и назвал её «mind maps» (карты ума, мыслительные карты, интеллектуальные карты, ментальные карты).

Интеллект-карта – способ изображения общего системного мышления с помощью схем, предоставляющих удобную технику альтернативной записи линейной информации [2]. Данная техника основана на принципе ассоциативного мыслительного процесса, отправной точкой которого является некий центральный объект. На основе исследуемого объекта формируется неограниченное количество всевозможных ассоциаций. Каждое изучаемое понятие становится своеобразным центром очередной ассоциации, а сам процесс составления карты представляет собой потенциально бесконечную цепь ответвляющихся понятий, исходящих из центрального. Данный способ записи информации позволяет интеллект-карте неограниченно расти и дополняться [2, 3].

При использовании в процессе обучения интеллект-карты могут быть составлены как вручную (с помощью бумаги и цветных карандашей), так и с помощью программного обеспечения. Например, iMindMap, XMind, Mindmeister, MindJet Mindmanager, Mind Node, FreeMind, Adobe Ideas (iPad).

Прежде всего обучающихся необходимо познакомить с правилами построения интеллект-карт:

1. Построение интеллект-карт надо начинать с центра. В центре находится самая главная мысль, цель построения интеллект-карты.

2. Читать интеллект-карту надо по часовой стрелке. Информация считывается по кругу, начиная с центра карты и продолжая с правого верхнего угла и далее по часовой стрелке. Это правило принято для чтения всех интеллект-карт.

3. Нужно использовать разные цвета! В выбираемых нами цветах всегда больше смысла, чем может показаться. Цвет мы воспринимаем мгновенно, а на восприятие текста нужно время. Разные цвета по-разному воспринимаются и имеют разное значение.

Наиболее наглядно эти правила можно представить с помощью самой интеллект-карты, изображенной на рисунке.

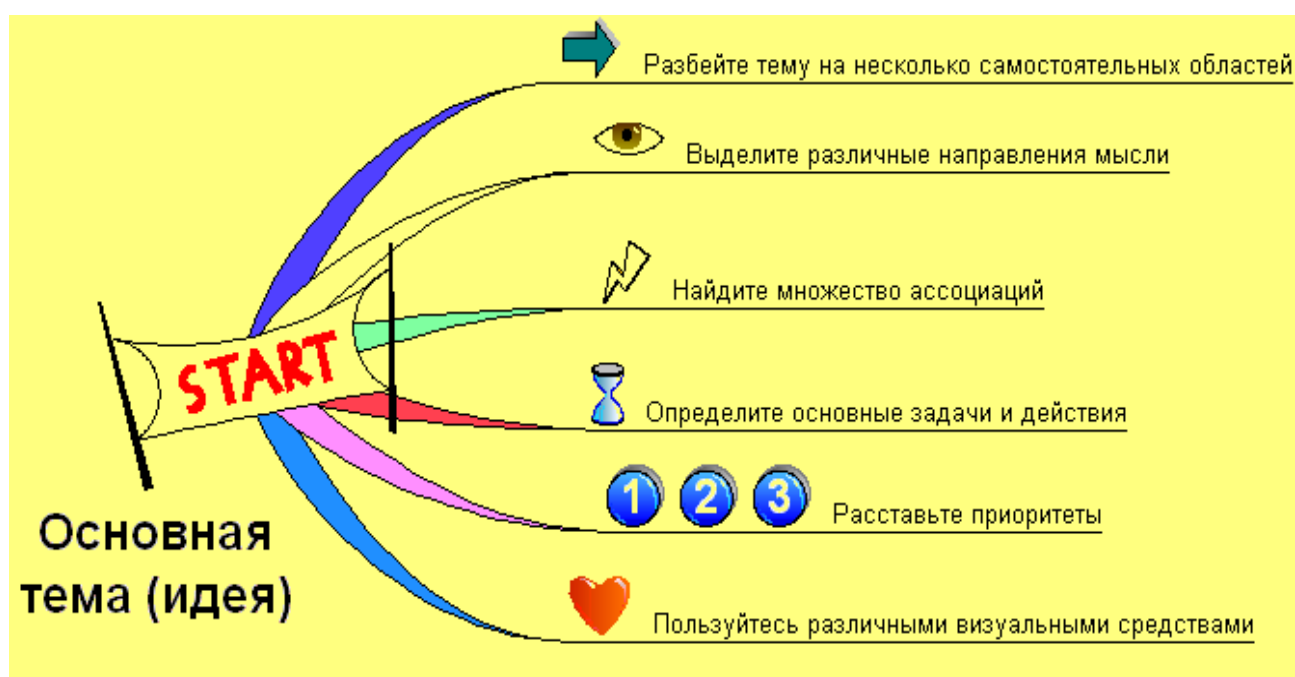


Рисунок. Правила составления интеллект-карт [4]

На первой лекции по дисциплине «Теория горения и взрыва» вводится большое количество терминов, понятий, характеризующих в той или иной степени процесс горения. Применение традиционных форм запоминания такого большого объема информации (сопоставление, противопоставление, многократное повторение и т.д.) зачастую оказывается не эффективно. Поэтому мы предлагаем обучающимся лекционный материал и материал, представленный в учебной литературе, систематизировать с помощью интеллект-карт. В центре размещается понятие «Горение», затем по часовой стрелке отходит первая ветвь – условия необходимые для возникновения горения и от нее более мелкие ветви со схематичными изображениями источника зажигания, окислителя и горючего вещества. Затем вторая ветвь – физико-химические процессы, происходящие при горении, третья ветвь – виды и режимы горения и т.д. Каждая из

этих ветвей в свою очередь делится на более мелкие уточняющие. Обучающимся предлагается записать ключевые слова и зарисовать символами понятия.

Содержание учебного материала дисциплины «Теория горения и взрыва» дает возможность обучающимся составлять интеллект-карты по материалам каждой лекции. Мы предлагаем делать это как индивидуально, в рамках самоподготовки к практическим занятиям, так и коллективно, например, на повторно-обобщающих занятиях по теме.

При коллективном составлении интеллект-карт на занятии выделяется ключевое понятие и те понятия, которые будут использоваться. Группа делится на подгруппы, обучающиеся каждой из которых анализируют выбранное понятие и предлагают представить его в соответствии с требованиями составления интеллект-карты. В конце занятия при обсуждении результатов работы подгрупп структура и содержание карты уточняется и дополняется.

Составление интеллект-карт позволяет за меньший промежуток времени усвоить большее количество информации. В процессе составления интеллект-карты, обучающиеся не только оперируют понятием, анализируют его структуру, выявляют значимые признаки, но и имеют в результате конкретный продукт своей интеллектуальной деятельности, который позволяет им при необходимости быстро воспроизвести этот материал.

Таким образом, благодаря интеллект-картам обучающиеся эффективно структурируют большие объемы информации, а также развивают свой мыслительный и творческий потенциал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Арасланова А. А.* Использование интеллект-карт при подготовке будущих учителей. Проблемы и перспективы формирования педагогической культуры у студентов в условиях реализации Профессионального стандарта педагога: Всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), 23-24 сентября 2016 г. / Департамент образования и молодеж. политики ХМАО-Югры, Бюдж. Учреждение высш. образования ХМАО – Югры «Сургут. гос. пед. ун-т». – Сургут: Тюмень: ООО «Аксиома», 2016. С. 133-135.
2. *Бехтерев С.* Майн-менеджмент: Решение бизнес-задач с помощью интеллект-карт. М.: Альпина Паблишерс, 2009. – 308 с.
3. *Перминова, Е.П.* Развитие интеллектуального потенциала учащихся: использование интеллект-карт. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки, 2011. С. 135-140.
4. <http://mindmap.ru/stat/begin.htm>.

УДК 66.047.7

*С. В. Натареев**, *А. А. Сироткин**, *С. В. Беляев***

*ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

**ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАБОТЫ СУШИЛОК
ПРИ КОНВЕКТИВНОМ ПОДВОДЕ ТЕПЛОТЫ**

Исследованы процессы сушки кварцевого песка в камерной сушилке и сушилке кипящего слоя. Приведена сравнительная оценка их работы.

Ключевые слова: сушка, камерная сушилка, сушилка кипящего слоя.

*S. V. Natareev, A. A. Sirotkin, S. V. Belyaev***COMPARATIVE EVALUATION OF THE DRYERS
AT THE CONVECTIVE SUPPLY OF HEAT**

In process of drying of quartz sand in the chamber dryer and the fluid bed dryer bed has been investigated. Comparative assessment of their work has been given.

Keywords: drying, chamber dryer, fluid bed dryer.

Тепловая сушка относится к одному из энергоемких процессов, применяемых во многих технологических процессах. Поэтому в современных условиях, когда наблюдается возрастание дефицита и рост тарифов на энергоносители, выбор рационального способа сушки и сушильного оборудования является одним из важных этапов при решении поставленной технологической задачи. Рекомендации по выбору сушильного оборудования даны в работе [1].

Для сравнения эффективности работы данных аппаратов выбраны камерная сушилка периодического действия и сушилка непрерывного действия с секционированным кипящим слоем. В качестве объекта сушки использовали кварцевый песок.

Для проведения исследований в камерной сушилке была создана лабораторная установка, схема которой показана на рис. 1.

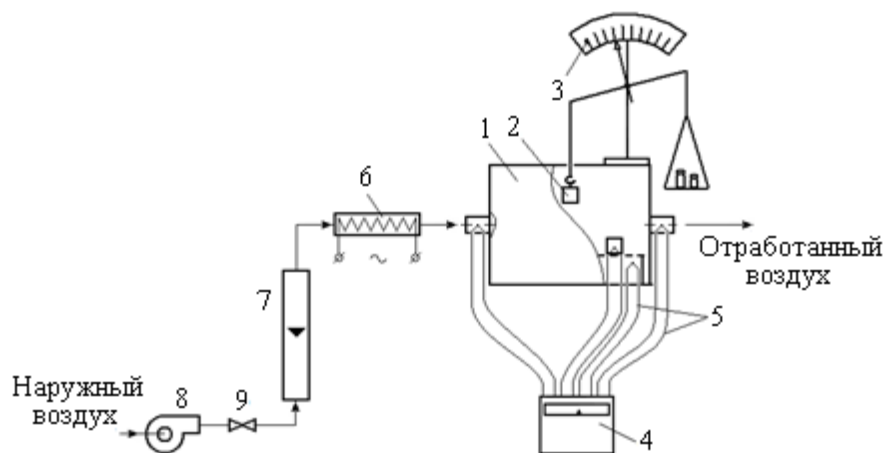


Рис. 1. Схема лабораторной установки:
1 – камерная сушилка,
2 – ячейка с влажным материалом, 3 – весы,
4 – потенциометр,
5 – термопары,
6 – электрокалорифер,
7 – ротаметр,
8 – вентилятор, 9 – вентиль

Наружный воздух с помощью вентилятора 8 подается в электрокалорифер 6, где нагревается до заданной температуры. Расход воздуха регулируется по ротаметру 7 с помощью вентиля 9. Затем нагретый воздух поступает в камерную сушилку 1, в которой находится влажный материал 2. Отработанный воздух выводится с противоположного конца сушильной камеры. Скорость удаления влаги из материала определяется путем измерения массы образца материала, помещенного в специальную ячейку, которая подвешивалась к аналитическим весам 3. Контроль температуры воздуха, поступающего на сушилку, отработанного воздуха, воздуха внутри сушильной камеры и материала проводится с помощью термопар 5, подключенных к многоканальному потенциометру 4. Камерная сушилка представляет собой металлический корпус, покрытый теплоизоляционным материалом. Габаритные размеры сушилки: длина – 0,3 м; ширина – 0,16 м и высота – 0,25 м. Внутри сушилки установлены вентилятор для перемешивания воздуха, дополнительный (внутренний) электрокалорифер для нагрева воздуха. Ячейка была изготовлена из тонкого листового железа и представляла собой прямоугольный параллелепипед размером $0,0125 \times 0,01 \times 0,0025$ м (здесь длина \times ширина \times высота), сверху которого отсутствовала крышка. Основные показатели работы лабораторной камерной сушилки были следующими: масса сухого материала в сушилке – 0,38 кг, расход сушильного агента – $2,5 \cdot 10^{-3}$ м³/с; начальное влагосодержание кварцевого песка – 0,087 кг/кг; конечное влагосодержание кварцевого песка – $4 \cdot 10^{-3}$ кг/кг; температура воздуха на входе в аппарат – 95 °С; средний диаметр частиц материала – 1 мм.

На рис. 2 показаны кривые сушки неподвижного слоя кварцевого песка (а) и изменения температуры воздуха на выходе из камерной сушилки с течением времени процесса сушки (б).

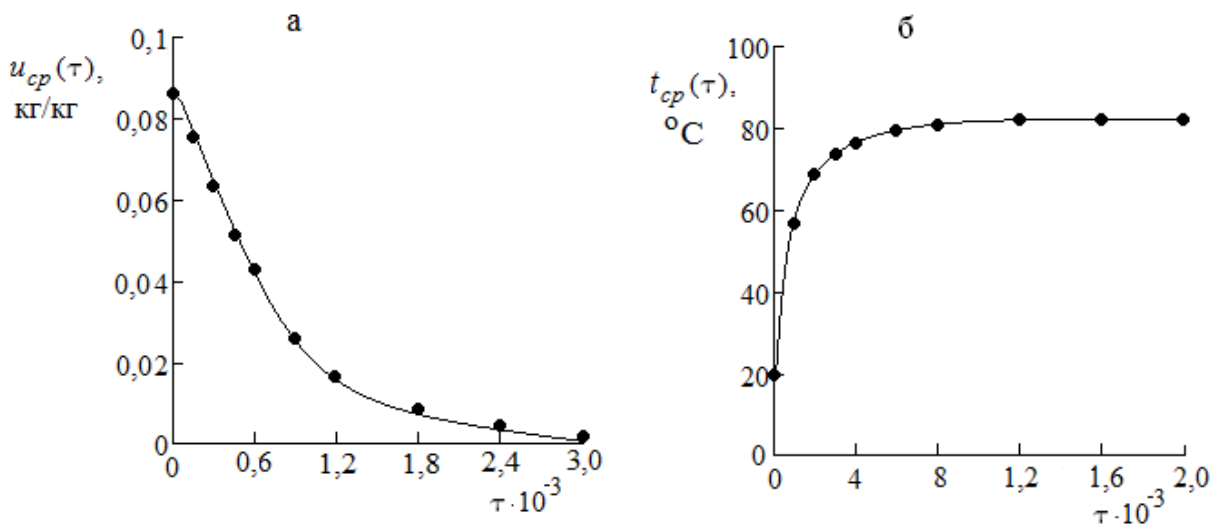


Рис. 2. Изменение среднеобъемного влагосодержания кварцевого песка (а) и температуры воздуха на выходе из сушилки (б) с течением времени процесса сушки

Сушилка с кипящим слоем представляла собой аппарат конической формы с вертикальными перегородками, делящими рабочий объем аппарата на четыре секции. Схема данного аппарата и описание принципа его работы приведены в работе [2]. Технические характеристики работы аппарата: производительность сушилки по вы-

сушеному материалу – $7 \cdot 10^{-4}$ кг/с; расход сушильного агента – $9 \cdot 10^{-3}$ м³/с; влагосодержание кварцевого песка, поступающего на сушку – 0,087 кг/кг; влагосодержание кварцевого песка на выходе из сушилки – 0,3 кг/кг; температура воздуха на входе в аппарат – 90 °С; температура воздуха на выходе из аппарата – 65 °С; температура наружного воздуха – 20 °С; влагосодержание воздуха на входе в аппарат – $9,5 \cdot 10^{-3}$ кг/кг; температура материала на входе в аппарат – 20 °С; средний диаметр частиц материала – 1 мм; порозность кипящего слоя над газораспределительной решеткой – 0,64; высота аппарата – 0,6 м; высота кипящего слоя – 0,05 м; диаметр газораспределительной решетки – 0,08 м; конусность сушильной камеры – 14 град; диаметр отверстий газораспределительной решетки – $5 \cdot 10^{-4}$ м.

Сравнительную оценку энергозатрат на сушку кварцевого песка в рассмотренных аппаратах непрерывного и периодического действия проводили по величине удельного расхода тепловой энергии в расчете на 1 кг испаряемой влаги. Удельный расход теплоты в сушилке с кипящим слоем находили по формуле [3]:

$$q = q_{в.м} + q_{с.м} + q_{исп} + q_{ном}, \text{ кДж/кг.} \quad (1)$$

Слагаемые в правой части уравнения (1) характеризуют:

1) нагрев влажного материала:

$$q_{в.м} = \left(\frac{G_{a.c.m} c_m}{W} + c_v \right) (t_{m.m} - t_{m.вх}), \quad (2)$$

2) нагрев высушенного материала:

$$q_{с.м} = \frac{G_{a.c.m} c_m}{W} (t_{m.вых} - t_{m.m}), \quad (3)$$

3) испарение влаги:

$$q_{исп} = r^*, \quad (4)$$

4) потери теплоты в окружающую среду:

$$q_{ном} = \frac{F_{ан} K}{W} (t_{cp} - t_{o.c}), \quad (5)$$

где c – удельная теплоемкость; G – массовый расход материала; $F_{ан}$ – площадь поверхности сушильной камеры; $t_{cp} = (t_{з.вх} - t_{з.вых})/2$ – средняя температура среды в сушилке; r^* – скрытая теплота парообразования; W – масса влаги, удаляемой из материала; индекса: $a.c.$ – абсолютно сухой, m – материал, v – вода, $вл$ – влажный, $вх$ – входящий, $вых$ – выходящий, $з$ – воздух, $исп$ – испарение, $m.m$ – мокрый термометр, $o.c$ – окружающая среда, cp – средний.

В соответствии с рекомендациями [4] удельный расход теплоты на процесс низкотемпературной сушки в камерной сушилке определяется по формуле:

$$q = q_{np} + (q_{исп} + q_{ном})c_{\partial}, \text{ кДж/кг}, \quad (6)$$

где q_{np} – удельный расход теплоты на прогрев материала; $q_{исп} = (I_{2.ввх} - I_{0.c}) / (x_{2.ввх} - x_{0.c}) - c_{\partial} t_{2.ввх}$ – удельный расход теплоты на испарение влаги и подогрев воздуха, $I_{2.ввх}$, $I_{0.c}$ – энтальпия отработанного воздуха и наружного воздуха соответственно; c_{∂} – коэффициент, учитывающий дополнительные неучтенные расходы теплоты на промежуточную и конечную влаготеплообработки, на подогрев камеры, транспортных средств и т.п.

Для определения влагосодержания воздуха внутри сушилки используем экспериментально найденную кинетическую кривую сушки кварцевого песка (рис. 2б) и уравнение материального баланса сушилки

$$\rho_2 V_2 \frac{dx_2(\tau)}{d\tau} + \rho_{c.m} V_{c.m} \frac{du_{cp}(\tau)}{d\tau} = G_2 [x_{2.вх} - x_2(\tau)]; \quad (7)$$

$$u(r,0) = u_{cp}(0) = u_{cp,0}; \quad (8)$$

$$x_2(0) = x_{2,0}, \quad (9)$$

где V – объем; u – влагосодержание материала; x – влагосодержание воздуха; ρ – плотность; τ – время; индекса: 0 – начальный.

Зависимость $I_{2.ввх} = f(\tau)$ на основании данных изменения температуры воздуха на выходе из сушилки с течением времени процесса сушки (рис. 2б) и с помощью уравнения:

$$I_{2.ввх}(\tau) = [c_2 + c_n x_{2.ввх}(\tau)] t_{2.ввх}(\tau) + r^* x_{2.ввх}(\tau), \quad (10)$$

где c_n – средняя удельная теплоемкость водяного пара.

После определения зависимости $q_{исп} = f(\tau)$ находили графическим методом средние затраты теплоты на испарение влаги за весь процесс сушки (площадь под кривой $q_{исп} = f(\tau)$, деленная на общее время сушки, соответствует среднему значению затрат на испарение влаги).

Установлено, что удельный расход тепловой энергии в многосекционной сушилке кипящего слоя составил 3860 кДж/кг, а в камерной сушилке – 8480 кДж/кг. Из приведенных данных видно, что использование аппарата непрерывного действия по показателю расхода тепловой энергии в сравнении с аппаратом периодического действия более эффективно для сушки кварцевого песка. Высокие удельные расходы тепловой энергии в камерной сушилке связаны с нерациональной организацией режима сушки. Из проведенных исследований можно сделать вывод о том, что уменьшение удельного расхода тепловой энергии в камерной сушилке целесообразно проводить путем регулирования в процессе сушки параметров сушильного агента. Для повышения эффективности работы сушилки с кипящим слоем целесообразно направить отработанный воздух из последней походу движения материала камеры обратно в сушилку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сажин, Б.С.* Научные основы техники сушки / Б.С. Сажин, В.Б. Сажин. – М.: Наука, 1997. – с. 448.
2. *Натареев, С.В.* Сушка сыпучего материала в аппарате кипящего слоя / С.В. Натаре-ев, В.Е. Иванов, С.В. Беляев // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. – С. 154–158.
3. *Павлов, К.Ф.* Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической техно-логии. // К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков; Под общей ред. П.Г. Романкова – Л.: Хи-мия, 1987. – 576 с.
4. *Акулич, П.В.* Расчеты сушильных и теплообменных установок / П.В. Акулич. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 443 с.

УДК 614.842

С. Н. Никишов, Д. Ю. Захаров, О. Г. Волков

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ РАЗВЕРТЫВАНИЯ СИЛ И СРЕДСТВ НА ЭТАЖИ ЗДАНИЯ

В работе представлены временные показатели развертывания сил и средств на этажи здания полученные экспериментальным путем. Определен наиболее эффективный способ подачи огнетушащих веществ звеном ГДЗС на этажи здания.

Ключевые слова: развертывание, рабочая рукавная линия, огнетушащее вещество, звено ГДЗС.

S. N. Nikishov, D. Y. Zakharov, O. G. Volkov

DETERMINATION OF THE MOST EFFECTIVE METHODS OF DEPLOYING FORCES AND MEANS ON THE FLOOR OF THE BUILDING

In the work are presented the time indices of the deployment of forces and means to the floors of the building obtained experimentally. The most effective way of supplying extinguishing agents with a link of the GDZs to the floors of the building was determined.

Keywords: deployment, working hose line, fire extinguishing agent, link GDZS.

На сегодняшний день временные параметры на законодательном уровне уставлены только к времени прибытия первого пожарного подразделения, которые составляют 10 минут в пределах городской черты и 20 минут в сельской местности [9]. Требований по времени к подачи огнетушащих веществ к очагу пожара нет [5]. Это объясняется тем, что определить эти временные показатели достаточно проблематично, так как каждый пожар индивидуален. Однако можно выделить на каждом пожаре ряд признаков, по которым можно разработать рекомендации по

оптимальным способам подачи огнетушащих веществ [6]. К таким признакам можно отнести высоту на которую нужно подать огнетушащее вещество, имеющий людской ресурс для выполнения поставленных задач, технические возможности водоподающих средств, имеющиеся огнетушащее вещество. В связи с чем, вопросы совершенствования и оптимизации способов подачи огнетушащих веществ в настоящее время являются весьма актуальными.

В целях определения временных показателей развертывания сил и средств на этажи здания, звеном ГДЗС был выполнен ряд экспериментов на материально-технической базе Ивановской пожарно-спасательной академии (с. Бибирево). Обучающимся необходимо было выполнить развертывание сил и средств от АЦЛ-3/17-40/4 (43253) на 4-й этаж учебной башни многофункционального тренажерного комплекса подготовки газодымозащитников (рис. 1). Подробное описание комплекса представлено в работе [3].

Для проведения эксперимента было выбрано 15 газодымозащитников, из которых было сформировано 3 звена ГДЗС.

Автоцистерна находилась в 10 метрах от входа в учебную башню. Личный состав в количестве 5 газодымозащитников находился в салоне автомобиля. Звено ГДЗС имело необходимый минимум оснащения звена [7].

По команде, они прокладывали магистральную линию на 1 рукав диаметром 66 мм к входу башню, подсоединяли трехходовое разветвление, затем организовывали звено ГДЗС, проводили рабочую проверку, в это время постовой поста безопасности заполнял журнал учета времени пребывания звеньев ГДЗС в непригодной для дыхания среде (рис. 2), после чего от трехходового разветвления прокладывалась рабочая рукавная линия с диаметром рукава 51 мм.

В первом случаи газодымозащитники прокладывали рабочую рукавную линию по лестничному маршу вертикальным способом с применением рукавных задержек из расчета один на каждый рукав. Каждая группа выполняла упражнение по три раза, таким образом из 9 полученных результатов выводилось одно среднее значение для способа подачи огнетушащих веществ [2].

Во втором случаи рабочая рукавная линия прокладывалась ползучим способом по маршевой лестнице.

В третьем случаи проводилось развертывание и подача ствола высокого давления от катушки АЦЛ. Рабочая проверка СИЗОД и выставление постовой на посту безопасности с оформлением журнала проводилось так же как в первом и втором случаи. Рабочая линия прокладывалась вертикальным способом.

В четвертом случаи развертывание магистральных и рабочих линий не проводилось, использовался огнетушитель. Организовывалось звено ГДЗС, был выставлен постовой на пост безопасности.

Эксперименты проводились тремя рабочими группами по три раза каждый в различных условиях. Полученные средние временные показатели в минутах представлены на рис. 2-4.



Рис. 1. Многофункциональный тренажерный комплекс подготовки газодымозащитников

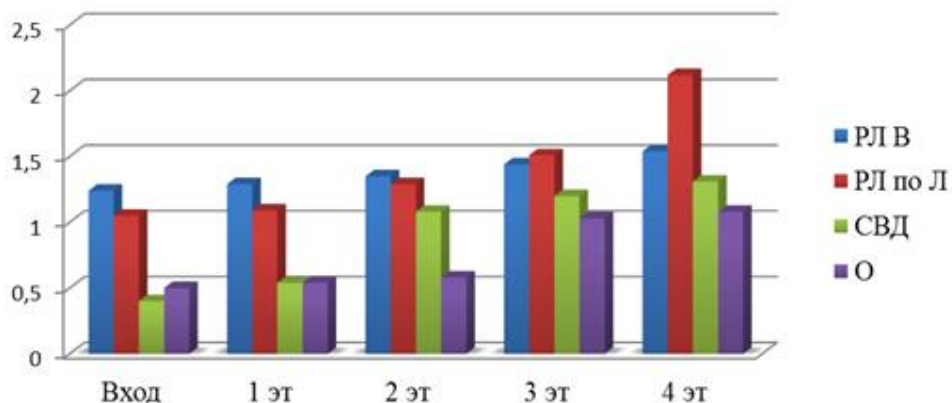


Рис. 2. Временные параметры развертывания сил и средств при естественном освещении (РЛ В-развертывание рабочей рукавной линии вертикальным способом; РЛ по Л- развертывание рабочей рукавной линии ползучим способом; СВД- подача ствола высокого давления; О-применение огнетушителя)

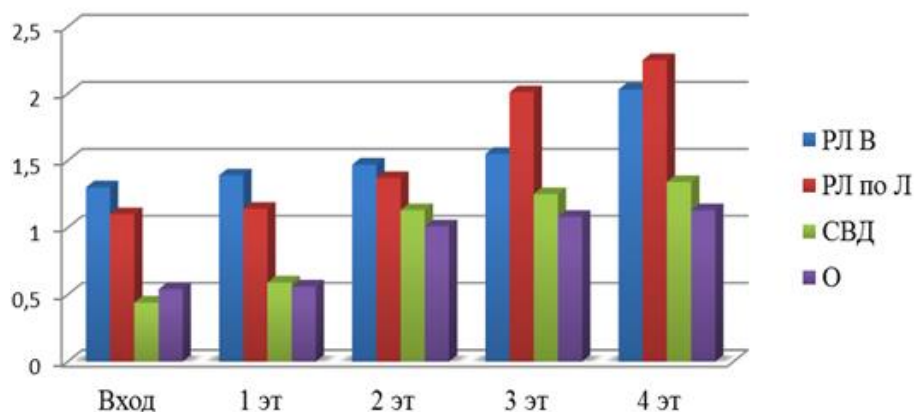


Рис. 3. Временные параметры развертывания сил и средств при отсутствии естественного освещения

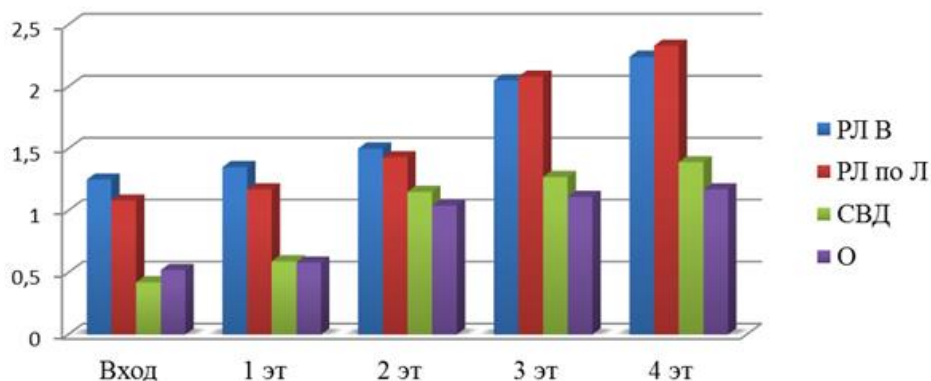


Рис. 4. Временные параметры развертывания сил и средств в условиях ограниченной видимости

Для того чтобы сделать математически обоснованные выводы по полученным результатам необходимо определить эффективность каждого способа подачи огнетушащих веществ в зависимости от высоты расположения очага пожара и аппроксимировать данные, построив графики функций [4]. Так как различные условия развертывания сил и средств линейным образом повлияли на все способы подачи огнетушащих веществ, для аппроксимации выбираем результаты в условиях ограниченной видимости. Находим формулу $F = F(x)$, приближённо описывающую зависимость между экспериментальными данными указанными в табл. 1,2. При этом отклонение значений в точках x_i , $i=1, n$, вычисленные по формуле $F = F(x)$, от экспериментальных данных y_i должны быть минимальными [1].

Таблица 1. Значения (x_i, y_i) для развертывания рукавных линий вертикальным способом

x_i	y_i
1	1,35
2	1,5
3	2,05
4	2,24

Таблица 2. Значения (x_i, y_i) для развертывания рукавных линий по маршевым лестницам ползучим способом

x_i	y_i
1	1,17
2	1,43
3	2,08
4	2,33

Находим функцию, являющуюся наилучшим приближением к данной табличной функции по методу наименьших квадратов. Для исследования используем программное обеспечение MS Excel [8]. Формируем суммы квадратов разностей значений эмпирической функции и соответствующих эмпирических данных. Из полученных минимальных значений сумм квадратов выбираем наименьшее значение. Соответствующую функцию можно принимать за искомую эмпирическую зависимость. Строим графики полученных эмпирических функций (рис. 5).

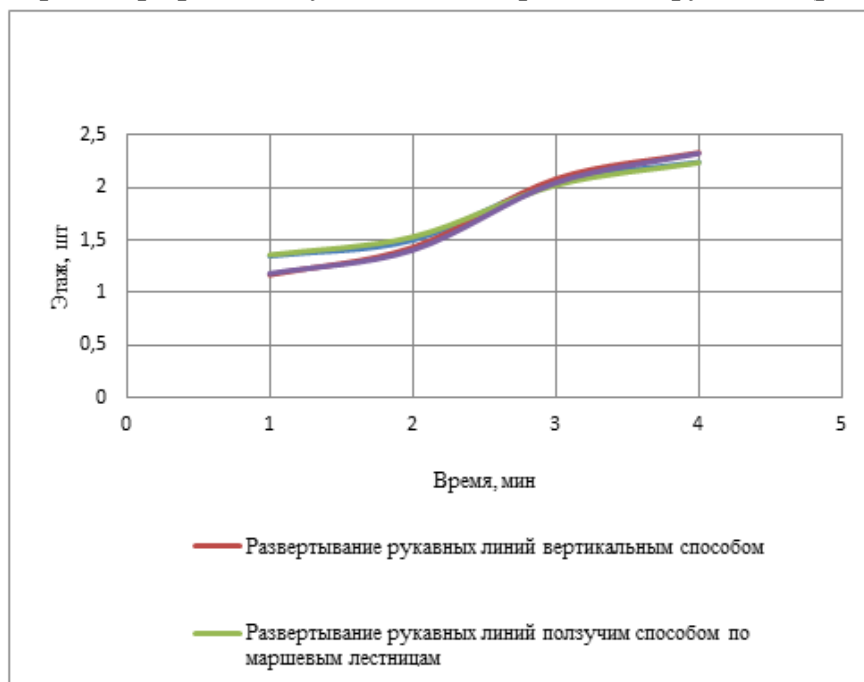


Рис. 5. График эмпирических функций

На полученном графике видно точку перегиба и точку пересечения двух эмпирических функций. Таким образом, способ развертывания рукавных линий вертикальным способом целесообразно применять при тушении пожара и проведении аварийно спасательных работ до 3 этажа, если очаг пожара располагается выше, более эффективным является развертывание рукавных линий ползучим способом по маршевым лестницам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бердышев В.И., Петрак Л.В.* Аппроксимация функций, сжатие численной информации, приложения. - Екатеринбург: УрО рэн, 1999. - 296 с.
2. *Гмурман В.Е.* Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие. – 11-е изд., перераб. – М.: Высшее образование, 2008 – 404 с.
3. *Легошин М.Ю.* Практическое использование учебно-тренировочных комплексов для подготовки пожарных и спасателей / Легошин М.Ю., Чистяков И.М., Никишов С.Н., Шипилов Р.М., Соколов Е.Е. //Международный научно-исследовательский журнал International research journal № 11 (65) Часть 4 Ноябрь 2017. – С. 44-51.
4. *Магнус Я. Р., Катыхов П. К., Пересецкий А. А.* Эконометрика. Начальный курс. – М.: Дело, 2007. – 504 с.
5. Методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ от 26.05.2010 № 43-2007-18.
6. *Никишов С. Н.* Определение оптимальных способов подачи огнетушащих веществ звеном ГДЗС на этажи здания / С. Н. Никишов, И. М. Чистяков, М. Ю. Легошин, Е. Е. Соколов // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново, 29–30 ноября 2017 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 347-352.
7. Приказ МЧС РФ от 9 января 2013 г. № 3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде».
8. Руководство по продукту Microsoft Excel 2010.
9. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

УДК 614.849

С. Н. Никишов, И. М. Чистяков, Р. М. Шипилов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ В СРЕДСТВАХ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТАЮЩИХ ЗВЕНЬЕВ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНОЙ СЛУЖБЫ В НЕПРИГОДНОЙ ДЛЯ ДЫХАНИЯ СРЕДЕ

В статье рассматриваются возможные способы совершенствования методики проведения расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. Даны предложения по совершенствованию работы постового поста безопасности при ведении служебной документации.

Ключевые слова: газодымозащитник, звено ГДЗС, постовой поста безопасности.

S. N. Nikishov, I. M. Chistyakov, R. M. Shipilov

PERFECTION OF THE METHODOLOGY FOR CALCULATING THE PARAMETERS OF WORK IN INDIVIDUAL RESPIRATORY PROTECTIVE EQUIPMENT TO ENSURE THE SAFETY OF THE WORKING PARTS OF THE GAS-PROTECTIVE SERVICE IN AN UNFIT FOR BREATHING ENVIRONMENT

Possible ways of improving the methodology for calculating the parameters of work in personal protective equipment for the respiratory system and vision are considered in the article. Proposals are made to improve the work of the post security post in the maintenance of official documentation.

Keywords: gas defender, link of GDZS, security post.

При выполнении своих обязанностей постовой поста безопасности руководствуется требованиями изложенными в Приказе МЧС России от 09.01.2013 № 3 «Правила проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде» [3] и Методическими указаниями по проведению расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения [2]. Однако применение данных нормативных документов на практике позволило выявить ряд существенных особенностей затрудняющих работу постового поста безопасности и командира звена газодымозащитной службы (далее ГДЗС) [5].

Затруднения связаны с проведением расчетов параметров работы СИЗОД при использовании звеном ГДЗС спасательных устройств, при срабатывании звукового сигнализатора, при определении сложности проводимых работ на зданиях повышенной этажности, а так же при заполнении журнала учета времени пребывания звеньев ГДЗС в непригодной для дыхания среде (далее НДС).

Спасение пострадавших звеньями ГДЗС осуществляется с помощью спасательных устройств, является неотъемлемой частью организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ (далее АСР). Согласно статистике [1], число спасенных звеньями ГДЗС с каждым годом растет. Это говорит о том, что пожарные – газодымозащитники, наученные горьким опытом, стали осознавать необходимость применения СИЗОД при проведении разведки, тушении пожара и проведении АСР.

Согласно руководства по эксплуатации дыхательных аппаратов, расход воздуха при использовании спасательного устройства составляет 25-40 л/мин [4]. Однако в существующей методике при проведении расчетов не учитывается данный факт, что существенно влияет на расход воздуха в связи с чем, время работы в НДС сократиться, а это может повлиять на условие безопасного выхода звена ГДЗС на свежий воздух.

Руководство по эксплуатации дыхательного аппарата на сжатом воздухе гласит [4], что рабочий запас воздуха, который могут использовать газодымозащитники, заканчивается при срабатывании сигнального устройства, после чего звено ГДЗС в полном составе должно покинуть НДС. В существующей методике данный факт не учтен, что так же сокращает время работы в НДС и может сказаться на безопасности работающего звена.

Для определения контрольно давления на выход постовой поста безопасности использует формулу:

$$P_{к.вых} = P_{макс.пад} + 1/2P_{макс.пад} + P_{уст. раб}, \quad (1)$$

где: $P_{макс.пад}$ – максимальное фактическое падение давления воздуха (кислорода) за время движения к месту работы; $1/2$ – запас воздуха (кислорода) на непредвиденные обстоятельства; $P_{уст. раб}$ – давление воздуха (кислорода), необходимое для устойчивой работы редуکتора.

Запас воздуха (кислорода) должен быть увеличен не менее чем в два раза при работе в подземных сооружениях, метрополитене, подвалах со сложной планировкой, трюмах кораблей, зданиях повышенной этажности (сложные условия), в этом случае:

$$P_{к.вых} = 2 P_{макс.пад} + 1 + P_{уст. раб} \quad (2)$$

К зданиям повышенной этажности относиться здание высотой 30 и более метров, то есть относительно жилых многоквартирных домов это девяти и более этажные дома. Остается не понятным, каким образом постовой поста безопасности должен производить расчеты на таких объектах, а именно исходить от этажа на котором ведутся АСР, то есть если тушение пожара производится на 10 этаже и выше, применять формулу (2) или не зависимо от места проведения работ считать по формуле (2) исходя только от этажности здания.

Стоит отметить, что при проведении работ звена ГДЗС на первом этаже десяти этажного дома сложных условий работы, как правило, не возникает, однако постовой может провести расчеты с применением двойного запаса воздуха на не предвиденные обстоятельства, что приведет к уменьшению общего времени работы в НДС и может сказаться на результатах поиска и спасения пострадавших и тушении пожара.

Касаемо порядка ведения журнал учета времени пребывания звеньев ГДЗС в НДС, стоит отметить, что форма журнала утверждена нормативными документами до введения методики проведения расчетов и в настоящее время не понятно, как совместить записи при проведении расчетов, когда звено ГДЗС очаг пожара не обнаружило.

Ряд проблем у постового поста безопасности возникает с своевременностью внесения записей в журнал, в связи с чем предлагается уменьшить количество граф в журнале учета времени пребывания звеньев ГДЗС в НДС с 17 до 8-10 [2].

В соответствии с п. 65 «Правил...» [3] (Обязанности командира звена ГДЗС) Командир звена ГДЗС обязан проверить правильность проведенных соответствующих записей постовым на посту безопасности. В целях оперативного реагирования звена ГДЗС на выполнение поставленной задачи предлагается исключить данный пункт из обязанностей командира звена ГДЗС, так как на его реализацию будет затрачено определенное время. Все постовые на посту безопасности прошли обучение и допущены к исполнению обязанностей распорядительным документом начальника (руководителя) подразделения.

Необходимо так же в журнале учета времени пребывания звеньев ГДЗС в НДС (Приложение № 4) [3], пересмотреть примечание к данному приложению, так как имеются ряд технических несоответствий описываемых граф с реальными данными в журнале, что так же затрудняет работу постового поста безопасности.

Реализация выше изложенных предложений позволит повысить уровень безопасности газодымозащитников при тушении пожаров и проведение АСР в НДС, а так же упростить работу постовых поста безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитические материалы пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС МЧС России субъектов РФ.
2. Методические указания по проведению расчётов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, утверждены зам. министра генерал-полковником вн. сл. А.П. Чуприяном, от 05.08.2013 г.
3. Приказ МЧС России от 09.01.2013 № 3 «Правила проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде».
4. Руководство по эксплуатации дыхательного аппарата на сжатом воздухе ПТС «Профи», ПТС «Базис», АП «Омега».
5. *Чистяков И. М., Никишов С. Н., Легошин М. Ю., Соколов Е. Е.* Способы совершенствования работы постового поста безопасности при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ в непригодной для дыхания среде // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново, 29–30 ноября 2017 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 402-405.

УДК 612.741

М. А. Ноздрин, П. В. Суркова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ ТОНУС МЫШЦЫ РУКИ

В ходе эксперимента проводилось измерение тонуса двуглавой мышцы руки в расслабленном и напряженном состояниях, рассчитывалась относительная деформация. Приводятся результаты анализа физического состояния студентов на основе изучения тонуса мышцы.

Ключевые слова: биомеханика, мышечный тонус, двуглавая мышца плеча, миотонометрия.

M. A. Nozdrin, P. V. Surkova

BIOMECHANICAL MUSCLE TONE OF THE ARM

In the course of the experiment, the tone of the biceps arm muscle was measured in a relaxed and stressed state, relative strain was calculated. The results of the analysis of the physical state of students on the basis of the study of muscle tone are presented.

Keywords: biomechanics, muscle tone, biceps arm, myotonometry.

Биомеханические характеристики движений представляются количественной оценкой, описанием и анализом механического состояния в результате двигательной деятельности. Скелетные мышцы являются основным источником механической энергии человеческого тела. С учетом характера сокращения различают тонические и фазные мышечные волокна. В частности, первый тип волокон призван обеспечить тонус мышцы, что особенно важно для удержания того или иного положения тела относительно пространственных координат. Фазные волокна призваны гарантировать возможность выполнения быстрых сокращений, но при этом не способны долго удерживать укорочение мышечного волокна на определенном уровне. Мышцы обладают рядом свойств: сократимостью, упругостью, жесткостью, прочностью и релаксацией [1]. Напряжение, развиваемое той или иной группой мышц, является функциональной характеристикой двигательного анализатора и рассматривается как показатель общего физического развития.

Мышечный тонус – это остаточное напряжение мышц во время их расслабления, либо сопротивление пассивным движениям при произвольном расслаблении мышц. Другими словами, это минимальное напряжение мышц, которое сохраняется в состоянии расслабленности и покоя. Еще тонус можно охарактеризовать как жесткость мышцы в направлении, перпендикулярном ее волокнам в этой точке, т.е. это способность тела сопротивляться деформации при внешнем воздействии. Мышечный тонус обеспечивает подготовку к движению, сохранность равновесия и позы. Точная оценка тонуса мышцы представляет серьезную клиническую проблему, так как эти показатели изменяются при неврологических заболеваниях, вызывающих повышенный тонус.

Миотонометрия – это один из методов измерения тонуса мышц. Для проведения экспериментов по определению тонуса двуглавой мышцы руки человека в формате лабораторной работы по биомеханике участвовали две группы студентов 3 и 4 курсов Ивановского государственного энергетического университета (ИГЭУ). Фиксировались характеристики физического состояния испытуемых: пол, возраст, рост, вес, обхват запястья и обхват бицепса. Измерения проводились с помощью испытательного стенда (миотонометра), созданного сотрудниками кафедры теоретической и прикладной механики (ТиПМ). Стенд содержит штوك, на котором размещены два устройства – динамометр и прибор для измерения перемещения. У испытуемых измерялось перемещение точки мышцы плеча с минимальной нагрузкой 3 Н и с нагрузкой, равной 20 Н. Эксперимент проходит для мышцы в изотоническом режиме, при котором поддерживается постоянство напряжения мышцы. Измерение производится в одной точке сначала при расслаблении исследуемой мышцы (тонус расслабления), а затем при ее сокращении (тонус напряжения). Одним из показателей функционального состояния нервно-мышечной системы является амплитуда – разность между тонусом напряжения и тонусом расслабления. По изменениям показателей миотонометрии до и после физической нагрузки можно судить о степени утомления мышечной системы и времени восстановления ее функции [2].

При погружении щупа прибора в мышцу происходила ее деформация в радиальном направлении. Разница между перемещениями $\delta_1 - \delta_2$, а также известная величина силы позволили определить модуль Юнга двуглавой мышцы руки каждого испытуемого. С достаточной степенью точности этот расчет можно выполнить, используя решение контактной задачи о внедрении штампа в упругую поверхность:

$$E = 75 \cdot \frac{F_1 - F_2}{\delta_1 - \delta_2}.$$

Амплитуда $\delta_1 - \delta_2$ для всех испытуемых характеризует абсолютную деформацию мышцы. Чем больше разность, тем лучше тонус мышц у человека, поскольку происходит расслабление мышцы без нагрузки. Если напряжение мышцы без нагрузки также присутствует, то это говорит о том, что мышца перенапряжена – присутствует гипертонус мышцы.

Такое состояние может привести к различным нарушениям в работе конечности. Однако и большая абсолютная деформация также говорит о гипотонусе мышцы, поскольку он приводит к вялости конечности.

Для объективной оценки учитывалась величина длины окружности бицепса. Определяется отношение абсолютной деформации ε к окружности бицепса для каждого испытуемого (таблица):

$$\varepsilon = \frac{\delta_1 - \delta_2}{c},$$

где c – окружность бицепса.

Рассмотрение влияния возраста, веса и роста как критериев оценки мышечного тонуса не дало результатов, так как они играют роль только в динамике наблюдений. Поэтому рассматривалось соотношение перемещений при измерении тонуса и обхвата бицепса, что позволило оценить испытуемых с точки зрения жесткости мышцы.

Таблица. Абсолютная и относительная деформации мышцы

Испытуемый	$\delta_1 - \delta_2$, мм	ϵ	Испытуемый	$\delta_1 - \delta_2$, мм	ϵ
1	5,47	0,0178	9	3,2	0,012
2	4,2	0,0131	10	1,97	0,0066
3	2,46	0,0082	11	0,63	0,0022
4	1,3	0,0046	12	1,5	0,0056
5	3,18	0,0133	13	0,73	0,0028
6	2,35	0,0083	14	0,77	0,0038
7	1	0,0036	15	1,7	0,0061
8	3,1	0,0139	16	1,93	0,006

Самая большая относительная деформация наблюдается у испытуемого №1, что говорит о пониженном тоне его мышц. Исходя из информации об испытуемом, можно предположить, что это связано с резким прекращением интенсивных занятий спортом.

У испытуемых №11 и №13 самая малая относительная деформация, что говорит о повышенном тоне мышц. Возможно это связано с недавними нагрузками перед проведением измерений. У испытуемых, которые не занимаются спортом регулярно, деформация находится в пределах от 0,006 до 0,014. Для испытуемых, занимающихся спортом регулярно, этот показатель ниже: от 0,006 до 0,003. Сравнивая студентов 3 и 4 курсов, можно сделать вывод о том, что в среднем тонус мышц студентов третьего курса на 55,1% выше тонуса мышц студентов 4 курса. Это связано, на наш взгляд, с отсутствием регулярных занятий физкультурой у студентов 4 курса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика: учеб. для высш. учеб.заведений. – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 672 с.
2. Миллер Л.Л. Спортивная медицина: учебное пособие. – М.: ЛитагентСпорт, 2015.

УДК 377.169.3: 004.4'275

А. Г. Оганин, А. А. Арбузова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ИНТЕРАКТИВНЫХ ПЛАКАТОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

В настоящее время мультимедийные технологии широко используются в образовательном процессе. Разработаны мультимедийные интерактивные плакаты, которые могут быть использованы в образовательном процессе ВУЗа.

Ключевые слова: интерактивный плакат, презентация, мультимедия.

A. G. Oganin, A. A. Arbuzova

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF MULTIMEDIA INTERACTIVE POSTERS IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Now multimedia technologies are widely used in educational process. Multimedia interactive posters are developed. They can be used in educational process of higher education school.

Keywords: interactive poster, presentation, multimedia.

Повсеместное распространение компьютерной техники и связанных с ней информационных и телекоммуникационных технологий порождает новые направления информатизации деятельности человека практически в любой сфере общественной жизни. Очевидно, что образование не является исключением.

Мультимедийные технологии обогащают процесс обучения, позволяют сделать обучение более эффективным, вовлекая в процесс восприятия учебной информации большинство чувственных компонент обучаемого, а также облегчают понимания материала [1]. Одной из наиболее перспективных направлений информатизации учебного процесса является использование на учебных занятиях интерактивных плакатов [2]. Интерактивный плакат (ИП) – это электронный учебный плакат, имеющий интерактивную навигацию, которая позволяет отобразить необходимую информацию: графику, текст, звук. По сравнению с обычными полиграфическими плакатами, интерактивные электронные плакаты являются современным многофункциональным средством обучения и предоставляют более широкие возможности для организации учебного процесса.

Существует несколько разновидностей ИП [3]:

- мультимедийный плакат, содержащий совокупность видео-, аудио-, информации, а также статичную графику (обычные иллюстрации) и текст;
- интерактивный плакат, он также является мультимедийным, но обладает еще и дополнительными свойствами, обеспечивающими обратную связь с пользователем (от действий пользователя меняется вид данных или способ их представления);
- интерактивный мультимедийный плакат – электронный учебный плакат, содержащий интерактивные элементы, осуществляющие навигацию, которая позволяет отобразить необходимую информацию: графическую, статичный текст, звуковую, видео.

Функции интерактивного мультимедийного плаката, во-первых, максимально наглядно представить материал по изучаемой теме (разделу), во-вторых, погрузить учащихся в активную познавательную деятельность за счет использования интерактивности.

Элементами такого плаката могут быть: создание режима «скрытого изображения» (возможность включения и выключения разъясняющей информации); иллюстрированный опорный конспект; многоуровневый задачник; набор иллюстраций, интерактивных рисунков, анимации, видеофрагментов; конструктор (инструмент, позволяющий преподавателю и студенту делать пометки, записи, чертежи поверх учебного материала). Главное условие заключается в том, чтобы все эти составляющие были объединены в единое целое. То есть это может быть одна тема, один раздел и т.д.

Среди программных средств для разработки интерактивного мультимедийного плаката можно выделить Glogster, ThingLink, ActivInSpare (Promethean) и Microsoft PowerPoint.

Glogster – онлайн сервис, используемый в образовательных целях многими зарубежными школьниками и учителями, позволяющий пользователям создавать свободные интерактивные плакаты, или glogs. Глог, glogs (сочетание слов «графический» и «блог») - это мультимедийный постер или интерактивные мультимедийные изображения, где читатели могут взаимодействовать с содержимым. Глоги публикуют на двух сайтах: Glogster (для личного пользования) и Glogster EDU (для учебных целей). Пользователь использует текст, изображения, фотографии, аудио (MP3), видео, спецэффекты и другие элементы в glogs для создания мультимедийных плакатов. Плакаты могут быть внедрены во внешние вики или блоги. Пользователи могут интегрировать динамические упражнения и мульти-сенсорные ресурсы [4].

Однако для работы с плакатом, созданным в Glogster необходимо наличие интернета с высокой скоростью, также отсутствует возможность сохранить плакат и просматривать его оффлайн. Кроме того, данный сервис англоязычный и бесплатно использовать можно только в течение первых 7 дней после регистрации. Стоимость лицензии составляет 9,99\$ для личного использования и 38\$ для организаций.

ThingLink - интернет сервис, позволяющий разнообразить любой визуальный контент, добавив на изображения или видео специальные метки, при наведении на которые пользователь увидит дополнительную информацию (справочные данные об этом объекте, увеличенное изображение, цену и т.п.). С помощью ThingLink создаются интерактивные плакаты, инфографика, маршрутные листы, ленты времени, газеты, блоги.

Основными недостатками данного сервиса является, во-первых, аналогично Glogster, отсутствие возможности сохранить плакат и просматривать его оффлайн. Во-вторых, при создании плакатов с большим количеством информации (текстовой, видео, графикой) при размещении и последующем просмотре метки происходит наложение окна с информацией на часть плаката, что смотрится несколько не презентабельно. Максимально допустимо использовать на одном плакате 20 меток.

Программный продукт ActivInSpare (Promethean) – это новое программное обеспечение для преподавания и обучения с использованием компьютера и интерактивных электронных досок. Для создания различных интерактивных документов применяются команды, расположенные на главной панели инструментов.

Однако использование данных инструментов возможно только при установке пользователем версии Professional, а в версии Personal доступна ограниченная панель, в которой отсутствует часть важных функций. Для установки полной версии Professional программы ActivInspire требуется приобретение лицензии, стоимостью 40 000 рублей.

Также к недостаткам данного продуктов можно отнести то, что при переносе разработанного интерактивного плаката с одного носителя на другой, происходит сброс адресов доступа к мультимедийным элементам плаката (аудио и видео файлам). Требуется постоянный контроль работоспособности созданных приложений.

Microsoft PowerPoint - это программное обеспечение, предназначенное для создания эффектных и динамичных презентаций. Для приложения свойственна широкая функциональность, относительно управления графикой, стилями и текстом. Большинство пользователей пакета MS Office работают с приложением PowerPoint при

подготовке презентаций, некоторые даже применяют анимационные эффекты для обеспечения дополнительной наглядности подготавливаемого материала, однако большинство не знакомы с возможностями программы для создания интерактивных приложений [5].

Разработан интерактивный плакат, посвященный рассмотрению вопросов становления пожарной охраны в России.



а



б



в



г

Рисунок. Внешний вид: а) титульного кадра, б) вводной части, в) основной части плаката с текстовым блоком и дополнительной графической информацией, г) основной части плаката при просмотре всех информационных блоков

Структурно плакат представляет собой многоуровневый плакаты, который состоит из тематики первого плана (уровня) и ряда подчиненных ему тем [6]. Плакат первого уровня представляет собой меню, с помощью которого обучающийся получает доступ к соответствующим компонентам, которые находятся в «режиме скрытого изображения». И в то же время отдельные компоненты плаката первого уровня

позволяют получить начальное представление об общем содержании и смысле большого информационного блока.

Особенность созданного плаката является то, что на одном слайде размещено более 250 объектов, которые появляются не сразу при запуске просмотра презентации, а только при воздействии пользователя на отдельные элементы, размещенные на плакате. При первом запуске просмотра плаката открывается титульный кадр, содержащий объекты первого плана или титульные объекты (надписи, даты, кнопка play). Все объекты второго плана (развернутые текстовые блоки, фотографии, изображения картин, видео ролики) открываются только после нажатия на титульные объекты.

На титульном кадре располагаются заголовок плаката, тема плаката, эмблема, временная шкала, даты, имена государственных деятелей, соответствующие указанным датам и кнопки play (рисунок, а). У плаката имеется вводная часть (рисунок, б), которая становится доступна пользователю после нажатия на эмблему. В некоторых текстовых блоках предусмотрен дополнительный переход к дополнительной графической или видео информации (рисунок, в). Для просмотра основной части плаката необходимо активировать объекты, расположенные на титульном кадре (рисунок, г). Все блоки расположены на плакате таким образом, чтобы не перекрывать друг друга и быть удобными для восприятия пользователем.

Разработанные интерактивные плакаты могут быть использованы в обучающем процессе ФГБОУ ВО «ИПСА ГПС МЧС России» на практических занятиях по дисциплине «История пожарной охраны», на тематических уроках в школах и других образовательных учреждениях, а также в организациях по пропаганде противопожарных знаний среди населения.

Плакатами можно воспользоваться при наличии: компьютера, ноутбука или другого устройства, поддерживающего работу с файлами MS Powerpoint.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кетова О.В.* Интерактивный плакат как эффективное средство обучения // Физика. Первое сентября. 2012. № 10. С. 12-13.
2. *Панкратова О.М.* Интерактивный плакат на уроке русского языка // Материалы Международной научно-практической конференции памяти профессора Е.И. Никитиной. 2014. С. 104-108.
3. *Бауман Л.И.* Новые образовательные технологии: «интерактивный плакат» // Сборник научных трудов Одиннадцатой Международной заочной научно-методической конференции. 2015. С. 19-21.
4. *Сирицына С.О., Арбузова А.А.* Использование интерактивного плаката как современного обучающего и развивающего средства // Молодые ученые - развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК). 2016. № 1. С. 435-436
5. *Арбузова А.А.* К вопросу о применении мультимедийных технологий в обучающем процессе // Пожарная и аварийная безопасность / Интернет-журнал Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. 2017. № 2.
6. *Арбузова А.А., Егорова Н.Е.* Внедрение интерактивных средств обучения в образовательный процесс подготовки специалистов пожарно-спасательного профиля // Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной безопасности жизнедеятельности населения». 2017. С.87-90.

УДК 620.22

Н. Л. Павлюкова

ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТ ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Разработана методика структурированного представления теоретического материала в виде интеллект-карт по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов».

Ключевые слова: интеллект-карта, материаловедение, технология конструкционных материалов, термическая обработка металлов, лекция, систематизация, визуализация.

N. L. Pavljukova

APPLICATION OF MIND MAPS FOR STRUCTURING LECTURE MATERIAL ON DISCIPLINE «MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CONSTRUCTIONAL MATERIALS»

The technique of the structured representation of theoretical material in the form of mind maps on discipline «Materials science and technology of constructional materials» is developed.

Keywords: mind map, materials science, technology of constructional materials, heat treatment of metals, lecture, systematization, visualization.

Увеличение объема научной и учебной информации, сокращение аудиторной нагрузки, диктует необходимость в более структурированном представлении теоретического материала [1]. Удобно для структурирования и визуализации теоретического материала применять интеллект-карты.

Интеллект-карты (mind maps, диаграммы связи, карты памяти) – это современный инструмент для принятия решений, проведения мозгового штурма, самоанализа, разработки проектов систематизации сложного материала и т.д. Автор методики – британский ученый Т. Бьюзен, изучавший такие функции мозга, как запоминание, восприятие и анализ [2].

Применение интеллект-карт на лекциях по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов» позволяет наглядно представить структуру теоретического материала, иерархию изучаемых объектов, раскрыть внешние и внутренние связи. В интернет-картах обозначены наиболее общие понятия. Отдельные детали и частные характеристики рассказываются лектором, а некоторые изучаются студентами самостоятельно.

Ветви каждого блока имеют свой цвет. Такую интеллект карту удобно изучать как по часовой стрелки, начиная с верхнего правого угла, так и каждый блок отдельно. Карты создаются в специальных программах, например, в бесплатной и удобной в использовании программе Coggle.

В центре интеллект-карты указывается тема, например, «Термическая обработка металлов» (рисунок). От нее идут ветви к основным блокам лекции (например, режимы термической обработки, фазовые и структурные превращения, виды термической обработки, дефекты и брак, поверхностное упрочнение [3]). Далее показана структура каждого блока (отжиг, нормализация, закалка, отпуск) и если необходимо, то и она представляется подробнее (низкий, средний и высокий отпуск).

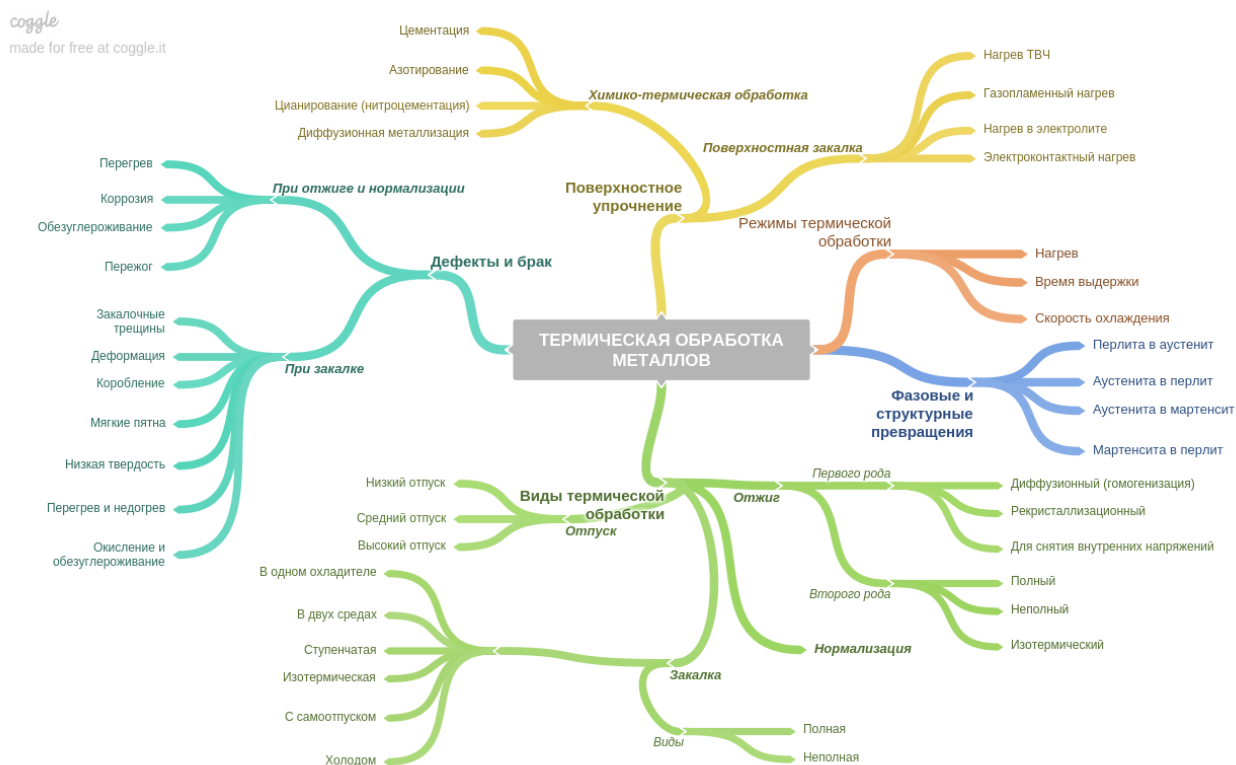


Рисунок. Интеллект-карта по теме «Термическая обработка металлов»

В зависимости от оснащения аудитории, интеллект-карты можно использовать в печатном или электронном виде при изложении теоретического материала по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов», а студенты при подготовке к текущему и промежуточному контролю.

Студенты, которые освоили принцип составления интеллект-карт могут использовать их при конспектировании лекций, написания черновика письменной работы, при самостоятельном изучении сложных тем, в качестве презентации своего доклада.

Интеллект-карты можно дополнить ссылками на более подробный теоретический материал, рисунками и видео.

Интеллект-карты разработаны по основным темам дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» и используются в учебном процессе, что позволяет сделать материал дисциплины более структурированным и наглядным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чумичкин А.А. Структурирование материала учебных изданий / Материаловедение и технология конструкционных материалов – важнейшие составляющие компетенции современного инженера. Проблемы качества технологической подготовки: сборник статей Всероссийского совещания заведующих кафедрами материаловедения и технологии конструкционных материалов. – Волжский: ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ, 2007. С. 25 -29.
2. Основные принципы работы интеллект-карт: [Электронный ресурс] // http://www.cfin.ru/management/controlling/mind_map.shtml (Дата обращения 26.02.2018).
3. Ведерникова И.И. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: Учеб. пособие / ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Иваново, 2012. – 132 с.

УДК 622.244+614.8.01

*А. И. Парфенова, Е. Ю. Моисеева, М. А. Жеребцова,
Н. А. Кропотова, А. В. Топоров*

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОМАГНИЧИВАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

В данной статье поэтапно описана технология совершенствования элементарной ячейки, используемой в качестве элемента для последовательной структуризации в устройство для сбора нефтепродуктов.

Ключевые слова: магнитная жидкость, сбор нефтепродуктов, устройство для сбора нефтепродуктов, омагничивание нефтепродуктов, удаление проливов.

A. I. Parfenova, E. Yu. Moiseeva, M. A. Zherebtsova, N. A. Kropotova, A. V. Toporov

PERFECTING OF THE DEVICE FOR MAGNETIZATION OF PETROLEUM PRODUCTS

In this article step by step describes the technology of perfecting the unit cell used as an element for sequential structuring into a device for collecting petroleum products.

Keywords: magnetic fluid, collection of petroleum products, device for collecting oil products, magnetization of petroleum products, straits removal, used as an element.

Способы сбора нефтепродуктов с поверхности воды посредством их омагничивания с последующим использованием магнитных устройств известны как в России, так и за рубежом. В последнее время на место порошков ферромагнитных материалов повышенной эффективностью обладает магнитная жидкость, значительно упрощающая процесс омагничивания нефтепродуктов. Магнитожидкостный способ удаления нефтепродуктов с поверхности воды дает возможность позволяет собирать пленки толщиной менее 10 мм. Целью исследования является усовершенствование устрой-

ства для сбора омагниченного нефтепродукты с поверхности воды и моделирование устройства. Выбор параметров активной ячейки для сбора омагниченных нефтепродуктов с поверхности воды- цель данной публикации.

Программа, используемая в данном исследовании, Finite Element Method Magnetics (магнитные расчеты способом конечных элементов, сокращенно FEMM) позволяет проводить расчеты плоскомеридианных (осесимметричных) и плоскопараллельных стационарных / квазистационарных магнитных, а также стационарных электростатических полей в компьютеризированном эксперименте.

Вся работа проходила в следующие этапы: постановка задачи; разработка и построение геометрической модели задачи; создание граничных свойств и определение границ моделирования; создание и присвоение свойств цепей и материалов; выполнение расчетов и анализ полученной модели.

Для очистки поверхностный слой нефтепродуктов омагничивается путем распыления магнитной жидкости. Водный поток пропускается через устройство сбора нефтепродуктов, при этом полюсные наконечники погружаются в воду до уровня их максимальной ширины, что соответствует минимальному зазору между наконечниками – рабочий зазор. Омагниченная нефть под действием неоднородного магнитного поля, формируемого наконечниками втягивается в рабочий зазор между ними. Предлагаемая форма полюсных наконечников позволяет создать в рабочем зазоре неоднородное магнитное поле с градиентом, имеющим составляющие как вдоль поверхности воды (наконечник усечен под углом), так и перпендикулярно поверхности воды (за счет утолщения наконечника кверху). Данная ориентация градиента магнитного поля позволяет сконцентрировать омагниченную нефть в зоне отбора.

Удельная магнитная сила, действующая на единицу объема пленки нефтепродуктов равна

$$f = \mu_0 M \nabla H,$$

где M – намагниченность омагниченного нефтепродукта; ∇H – градиент напряженности.

Принципиальная схема конструкции магнитосборника поверхностной очистки можно представить в виде ячейки (рис. 1). Магнитное поле в рабочем зазоре между полюсными наконечниками создается действующими магнитами. Поле в рабочем зазоре должно быть неоднородным. Оно обуславливает появление магнитной силы, действующей на омагниченные загрязнения в направлении наибольшей напряженности магнитного поля H , т.е. в направлении минимального зазора между полюсными наконечниками.

За счет магнитных сил пленка омагниченных нефтепродуктов будет подтягиваться в зазор между полюсными наконечниками и ее толщина в области зазора будет увеличиваться.

Выбрать наиболее рациональную конструкцию магнитной системы можно лишь на основании ее магнитного расчета. Основными результатами расчета магнитного поля являются распределение магнитной индукции и картина магнитного поля. По данным параметрического исследования возможно провести оценку магнитной системы устройства для сбора нефтепродуктов. Критериями оценки в этом случае являются:

1. максимальная величина магнитной индукции в рабочем зазоре ячейки;
2. распределение магнитного поля в рабочем зазоре ячейки.

Таким образом, приведем данные магнитного исследования, при этом предложим усовершенствование элементарной ячейки устройства. Предлагается ввести следующее:

- 1) увеличиваем в 3 раза сечение магнитопроводов;
- 2) добавляем проставки между магнитом и магнитопроводами;
- 3) уменьшаем рабочий зазор (до 3 мм).

В качестве усовершенствованная ячейка входящая в состав устройства для сбора нефтепродуктов с поверхности воды представлена на рис. 1, из которого видно, что представленный магнитный поток с установленным шунтом ячейки рис. 1 б имеет силовые линии, которые ушли в шунт. Данное явление свидетельствует о целесообразности использования шунта (металлической пластинки).

Исследование плотности индукции в рабочем зазоре (рис. 2) показывает об отсутствии магнитной индукции, а вот в шунте магнитная индукция B достигает значения 1,6 Тл. Данное значение слишком завышено, поскольку введенные данные в программный расчет по материалу, в качестве которого задана сталь.

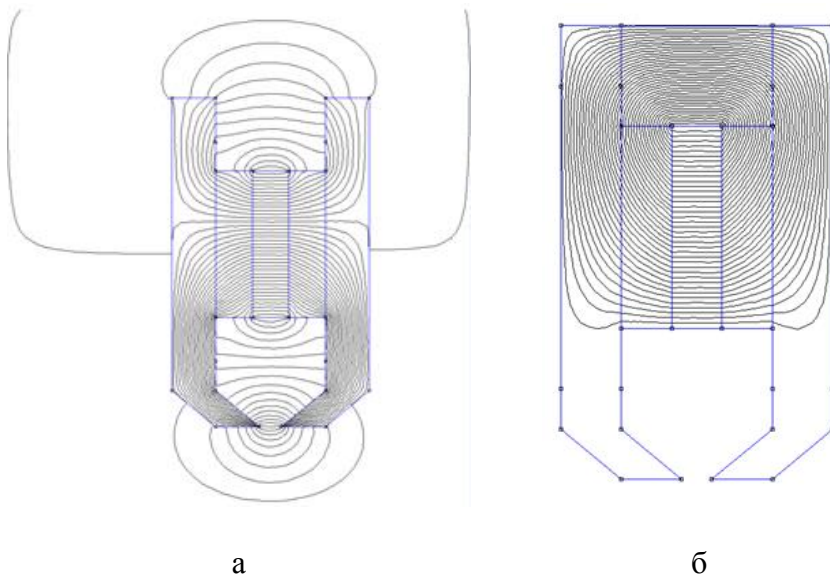


Рис. 1. Результаты магнитного расчета усовершенствованной элементарной ячейки для сбора омагниченных нефтепродуктов:
а – без шунта,
б – с шунтом

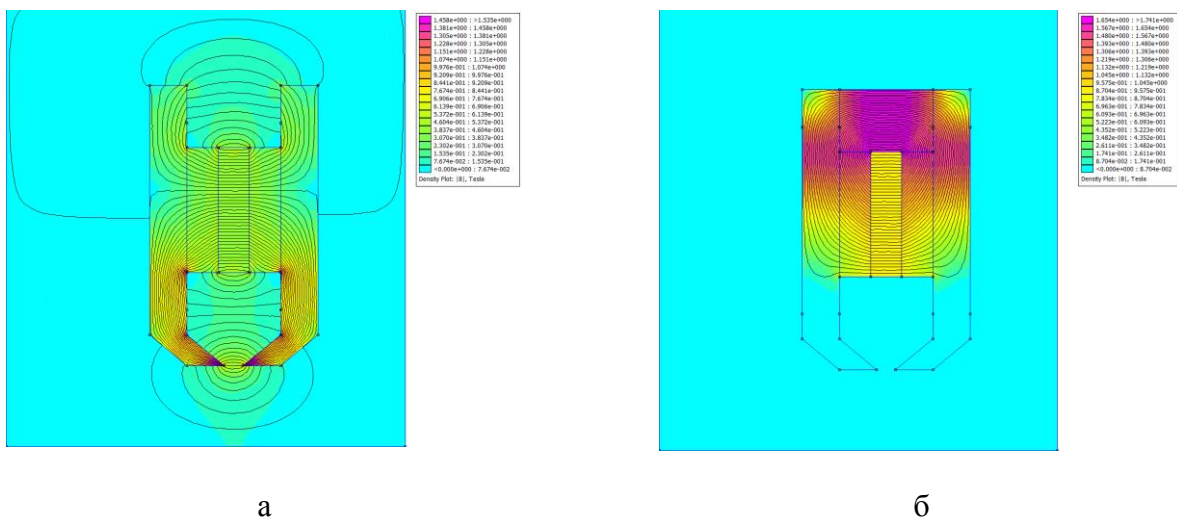


Рис. 2. Картина магнитного поля в рабочем зазоре: а – ячейка без шунта, б – ячейка с шунтом

Тем не менее, следует предположить, что выбранный материал можно использовать в качестве шунта, но в качестве рекомендации следует указать, что при технологическом проектировании следует увеличить высоту шунта на 50 %.

Результаты исследования магнитной индукции приведенной на рис. 3 показывают, что индукция в зазоре выросла до 0,5 Тл в случае отсутствия шунта рис. 3 а и практически исчезает в присутствии шунта, значение слишком мало рис. 3 б.

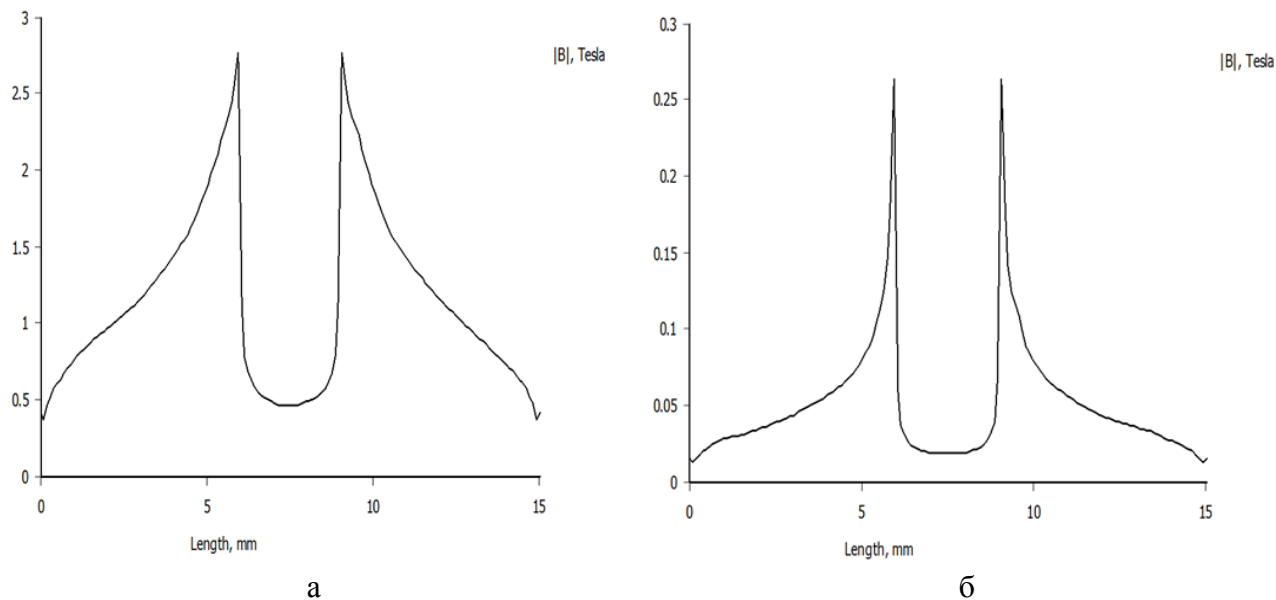


Рис. 3. Распределение магнитной индукции в рабочем зазоре ячейки – а, б – ячейки с шунтом

Несмотря на решение проблемы удержания омагниченных нефтепродуктов в зоне внутреннего бассейна ячейки (магнитосборник) и обеспечение постоянства рабочего зазора такая картина распределения магнитного поля не может применяться. Необходимо предпринять техническое решение, направленное на снижение данного показателя. Необходимо проанализировать эффективность данной ячейки, для этого исследуем градиент.

Магнитная индукция **B** индукция на половине высоты рабочего зазора рис. 4 а снижается до 0,15 Тл. Распределение магнитной индукции в шунтовом зазоре (в случае отсутствия самого шунта) составляет порядка 0,2 Тл.

Таким образом, проведенные исследования могут свидетельствовать, что без шунта в рабочем зазоре создается индукция порядка 0,5 Тл, что является достаточной величиной для удержания магнитной жидкости [3]; при установке шунта магнитная индукция падает практически до нуля, что говорит о том, что магнитная жидкость из рабочего зазора вытечет, не удержится в магнитосборнике. Следовательно, что для эффективности данной ячейки (для насыщения магнитной индукцией) предположим необходимость увеличения сечение шунта.

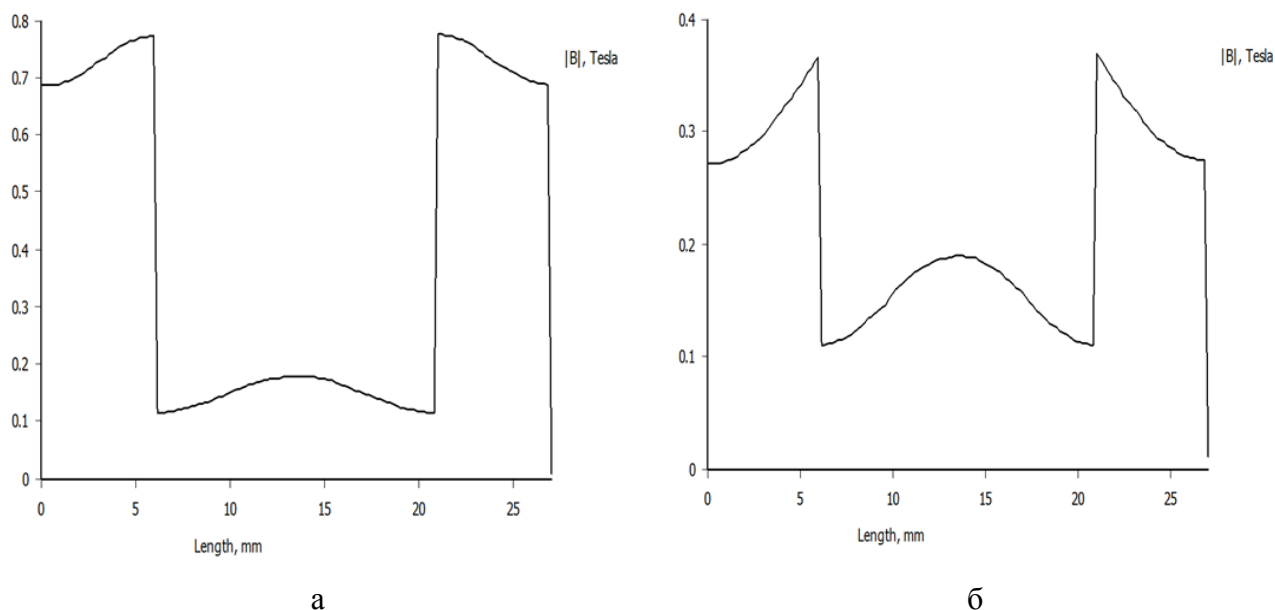


Рис. 4. Распределение магнитной индукции в ячейке без шунта: а – на половине высоты рабочего зазора, б – в шунтовом зазоре

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров В.М., Морозов Н.А., Страдомский Ю.И., Калаева С.З. Исследование магнитных жидкостей, предназначенных для очистки воды от нефтепродуктов. // Вестник ИГ-ЭУ, 2007. Вып. 3. С. 1-4.
2. Дворчик С.Е., Реуцкий С.Ю., Свижсер А.Я. Использование магнитных жидкостей для очистки воды от нефтепродуктов // Химия и технология воды. 1992. Т. 14. № 9. С. 706–712.
3. Топоров А.В., Кропотова Н.А., Мальцев А.Н., Топорова Е.А., Волкова К.М. Применение метода конечных элементов для расчета магнитных систем магнитожидкостных устройств // Фундаментальные и прикладные вопросы науки и образования сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. Иваново, 2016. С. 54-56.
4. Сайкин М.С., Топоров А.В., Топорова Е.А. Повышение безопасности пожарной безопасности химических производств применением магнитожидкостных герметизаторов валов мешалок // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 1. С. 55-60.
5. Топоров А.В., Пучков П.В., Топорова Е.А. Основные направления использования магнитной наножидкости в пожарной технике. Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2015. Т. 2. № 1 (6). С. 120-122.

УДК 622.244+614.8.01

*А. И. Парфенова, Е. Ю. Моисеева, М. А. Жеребцова,
Н. А. Кропотова, А. В. Топоров*

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОМАГНИЧИВАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО УДАЛЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

В данной статье описана технология разработки и компьютерного исследования элементарной ячейки, используемой в устройстве для омагничивания нефтепродуктов содержащих магнитную жидкость и последующего удаления с поверхности воды.

Ключевые слова: магнитная жидкость, сбор нефтепродуктов, устройство для сбора нефтепродуктов, омагничивание нефтепродуктов, удаление проливов.

A. I. Parfenova, E. Yu. Moiseeva, M. A. Zherebtsova, N. A. Kropotova, A. V. Toporov

DEVELOPMENT OF A TECHNICAL SOLUTION FOR MAGNETIZATION OF PETROLEUM PRODUCTS AND SUBSEQUENT REMOVAL FROM THE WATER SURFACE

This article describes the technology of development and computer research of a unit cell used in a device for magnetizing petroleum products containing a magnetic fluid and then removing it from the water surface.

Keywords: magnetic fluid, collection of petroleum products, device for collecting oil products, magnetization of petroleum products, straits removal.

В настоящее время проблема загрязнения водных объектов является наиболее актуальной. Понимая всю важность роли воды в жизни общества все равно продолжает жестко эксплуатировать водные объекты, безвозвратно изменяя их естественный режим сбросами и отходами. С развитием цивилизации цикл биосферы постепенно нарушается: увеличилось испарение с суши, реки южных районов обмелели, загрязнение океанов и появление на его поверхности нефтяной пленки уменьшило количество воды, испаряемой океаном, и многое другое. Техногенные аварии приводят к катастрофическому состоянию окружающей среды. Поэтому в данной статье будут рассмотрены наиболее актуальные вопросы защиты окружающей среды: методы удаления нефтепродуктов с поверхности воды, которые, как правило, происходят при аварийных ситуациях, создавая угрозу пожарной безопасности судов и эксплуатируемой техники. Разработка новых высокоэффективных методов и средств сбора нефтепродуктов с поверхности воды является актуальной задачей.

Методика сбора нефтепродуктов с поверхности воды посредством их омагничивания с последующим использованием магнитных устройств известна [1-2], в том числе и за рубежом [3-4]. Для омагничивания нефтепродуктов применялись порошки ферромагнитных материалов. Использование магнитных жидкостей вместо порошков

упрощает процесс омагничивания нефтепродуктов. Магнитная жидкость с высокой концентрацией магнитных частиц разбрызгивается насосом. Она является устойчивым коллоидным раствором, быстро и равномерно растворяется в слое нефтепродуктов, исключая потери ферромагнитного материала. Технология приготовления магнитной жидкости на керосине (хорошо растворима в нефтепродуктах и плохо в воде) хорошо известна и имеет четкую отработанную методику. Магнитожидкостный способ очистки воды от нефтепродуктов позволяет практически без воды собирать пленки толщиной менее 10 мм. Цель проведения исследования - разработка технического решения, результатом которого будет моделирование устройства. Таким образом, цель данной публикации – подбор параметров активной ячейки для сбора омагниченных нефтепродуктов.

Расчет проводили в программе Finite Element Method Magnetics (магнитные расчеты способом конечных элементов, сокращенно FEMM) позволяет проводить на персональных компьютерах расчет плоскомеридианных (осесимметричных) и плоскопараллельных стационарных/квазистационарных магнитных, а также стационарных электростатических полей.

Вся работа проходила в следующие этапы:

1. постановка задачи;
2. разработка и построение геометрической модели задачи - геометрическое построение исследуемого объекта (структурная ячейка устройства для сбора омагниченных нефтепродуктов) в полярных или декартовых координатах;
3. создание граничных свойств и определение границ моделирования;
4. создание и присвоение свойств цепей и материалов - задание для ячейки свойства материалов (в том числе кривых намагничивания) и ввод граничных условий (Дирихле, Неймана, смешанных, для границ со скин-эффектом, периодичности и антипериодичности, специальных);
5. выполнение расчетов и анализ полученной модели - автоматический расчет с приведением основных параметров модели ячейки и построение сетки конечных элементов.

Выбрать наиболее рациональную конструкцию магнитной системы можно лишь на основании ее магнитного расчета. Основными результатами расчета магнитного поля являются распределение магнитной индукции и картина магнитного поля. По данным параметрического исследования возможно провести оценку магнитной системы устройства для сбора нефтепродуктов. Критериями оценки в этом случае являются:

1. Максимальная величина магнитной индукции в рабочем зазоре ячейки;
2. Распределение магнитного поля в рабочем зазоре ячейки.

Удельная магнитная сила, действующая на единицу объема пленки нефтепродуктов равна

$$f = \mu_0 M \nabla H,$$

где M – намагниченность омагниченного нефтепродукта; ∇H – градиент напряженности.

За счет магнитных сил пленка омагниченных нефтепродуктов будет подтягиваться в зазор между полюсными наконечниками и ее толщина в области зазора будет увеличиваться.

Принципиальная схема конструкции магнитосборника поверхностной очистки можно представить в виде ячейки (рис. 1). Магнитное поле в рабочем зазоре между полюсными наконечниками (приставками) 4 создается действующими магнитами 1. Поле в рабочем зазоре должно быть неоднородным. Оно обуславливает появление магнитной силы, действующей на омагниченные загрязнения в направлении наибольшей напряженности магнитного поля H , т.е. в направлении минимального зазора между полюсными наконечниками.

После окончания расчетов создается зонная картина магнитных полей: для ячейки (рис. 2 а), для ячейки с шунтом (рис. 2 б). Параметры полей можно просмотреть в любой точке области, а в определенных зонах оценить ряд интегральных величин: магнитных потоков, индуктивностей, магнитных напряжений и т.д.

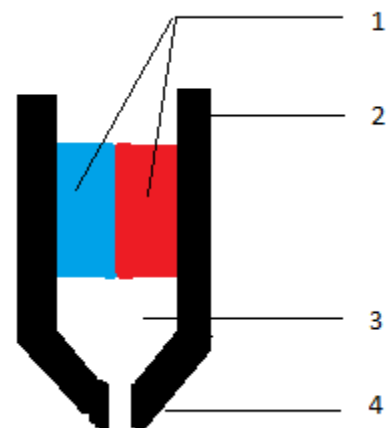


Рис. 1. Схема элементарной ячейки для сбора омагниченных нефтепродуктов:
 1 – источники магнитного поля,
 2 – магнитопровод,
 3 – магнитосборник,
 4 – полюсная приставка

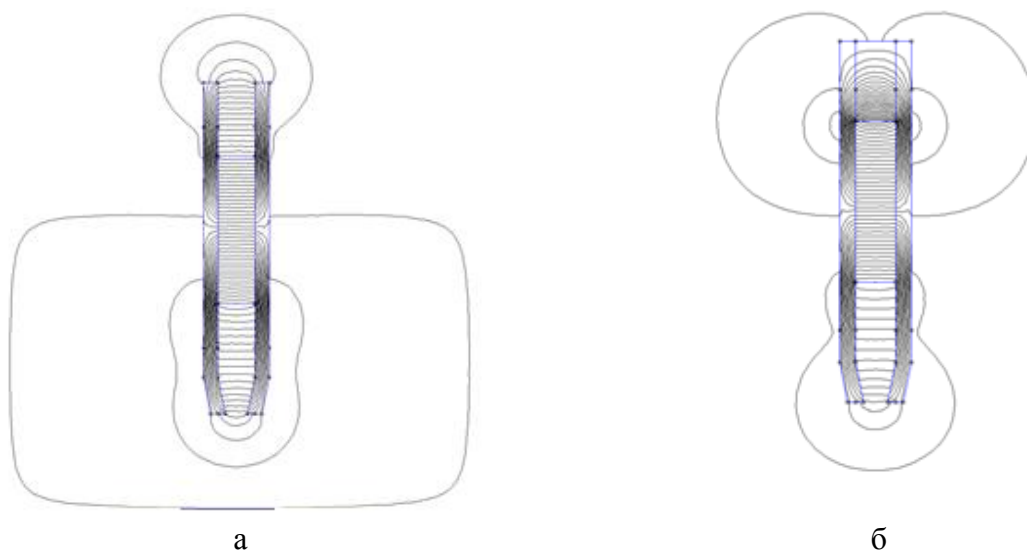


Рис. 2. Результаты расчета магнитного поля ячейки - а, б – ячейки с шунтом

Рассчитали распределение индукции B , оказалось, что в углах постоянного магнита значения до 1,98 Тл, при допустимом для такой стали 0,7-1,2 Тл из которой изготовлены боковые стенки 2. Вероятно, при планировании экспериментальной установки, необходимо принять решение об увеличении толщины магнитопроводов 2.

Полученное распределение индукции в рабочем зазоре, имеющее значение до 2 Тс. Поскольку данная величина является слишком завышенной, вероятно следует предположить, что магнитная жидкость расслоится. Распределение индукции почти не отличается от случая без шунта. Это потому что сталь насытилась в области выше и ниже установки постоянного магнита и магнитный поток практически не перераспределяется.

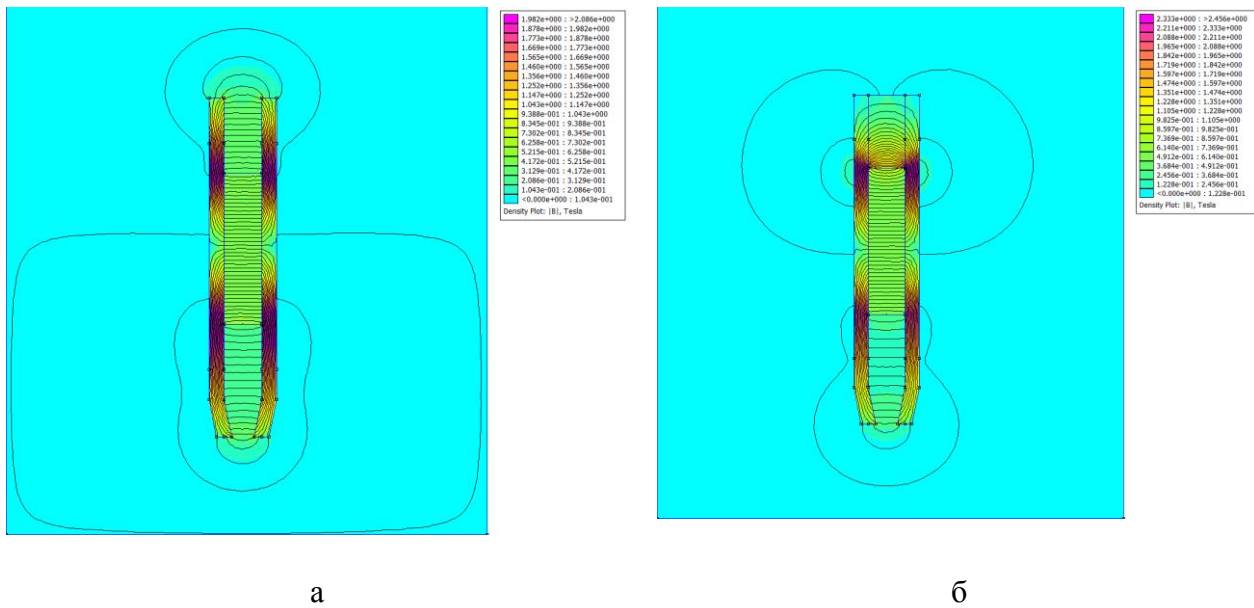


Рис. 3. Зонная картина поля распределения магнитной индукции в рабочем зазоре:
а – ячейка без шунта, б – ячейка с шунтом

Несмотря на решение проблемы удержания омагниченных нефтепродуктов в зоне внутреннего бассейна ячейки (магнитосборника 3) и обеспечение постоянства рабочего зазора. Такая картина распределения магнитного поля не может применяться.

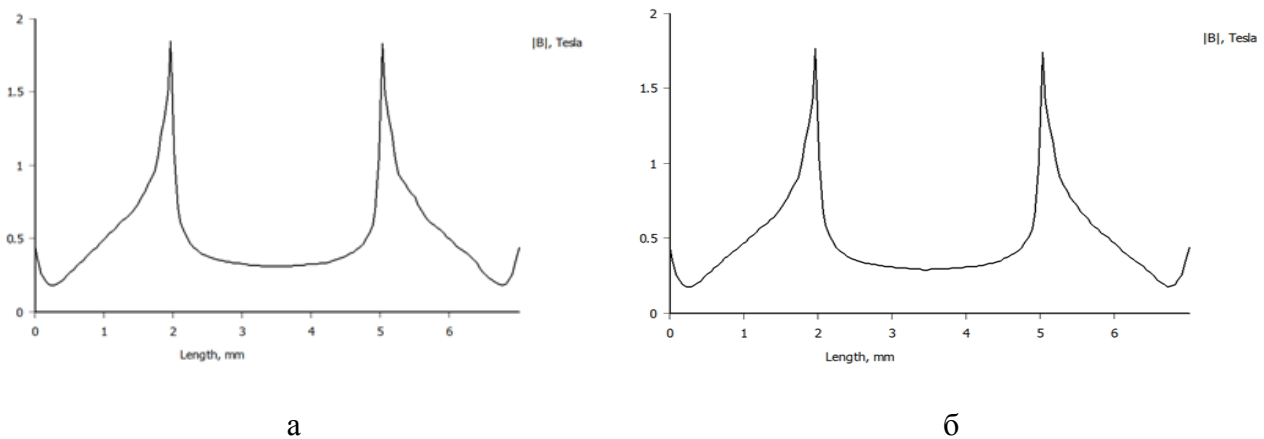


Рис. 4. Распределение магнитной индукции в рабочем зазоре ячейки – а, б – ячейки с шунтом

Необходимо предпринять техническое решение, направленное на снижение данного показателя. Необходимо проанализировать эффективность данной разработки, для этого исследуем градиент.

Распределение B выше рабочего зазора рис. 5 а (по середине высоты) и составляет величину равную 0,25 Тл. Данное явление может свидетельствовать о том, что градиент есть и направлен в рабочую область.

Распределения в шунтовом зазоре (в случае отсутствия шунта) по середине зазора (по высоте) рис. 5 б. Наблюдаемая картина очень похожа как в рабочем зазоре рис. 5 а.

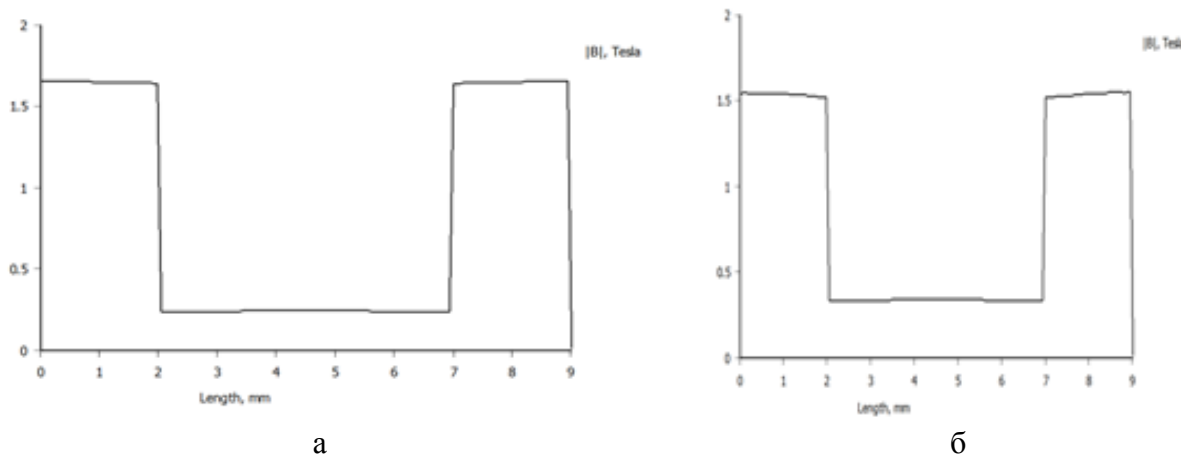


Рис. 5. Распределение индукции в ячейке без шунта:
а – в рабочем зазоре, б – в шунтовом зазоре по середине

Таким образом, подведем итоги магнитного исследования ячейки для магнито-сборника:

1) в рабочем зазоре есть перераспределение \mathbf{B} , что говорит о появлении градиента пондермоторной магнитной силы, однако оно незначительно 0,3 Тл в рабочем зазоре и 0,2 Тл в центре. Следовательно следует принять меры по сужению рабочего зазора;

2) сечение магнитопровода выбрано недостаточным, сталь насыщается. Следовательно следует принять меры по увеличению сечению магнитопровода;

3) из-за насыщения не происходит перераспределения магнитного потока в рабочем зазоре при введении магнитного шунта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров В.М., Морозов Н.А., Страдомский Ю.И., Калаева С.З. Исследование магнитных жидкостей, предназначенных для очистки воды от нефтепродуктов. // Вестник ИГ-ЭУ, 2007. Вып. 3. С. 1-4.

2. Дворчик С.Е., Реуцкий С.Ю., Свижгер А.Я. Использование магнитных жидкостей для очистки воды от нефтепродуктов // Химия и технология воды. 1992. Т. 14. № 9. С. 706–712.

3. Meeker D. Finite Element Method Magnetics. User's Manual. Version 4.2; <http://feem.foster-miller.com>

4. Топоров А.В., Кропотова Н.А., Мальцев А.Н., Топорова Е.А., Волкова К.М. Применение метода конечных элементов для расчета магнитных систем магнитожидкостных устройств // Фундаментальные и прикладные вопросы науки и образования сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. 2016. С. 54-56.

5. Сайкин М.С., Топоров А.В., Топорова Е.А. Повышение безопасности пожарной безопасности химических производств применением магнитожидкостных герметизаторов валов мешалок // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 1. С. 55-60.

б. *Топоров А.В., Пучков П.В., Топорова Е.А.* Основные направления использования магнитной наножидкости в пожарной технике. Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2015. Т. 2. № 1 (6). С. 120-122.

УДК 622.244+614.8.01

А. И. Парфенова, Е. Ю. Моисеева, М. А. Жеребцова, Н. А. Кропотова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР МЕТОДОВ И СРЕДСТВ СБОРА ОМАГНИЧЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ПРИ АВАРИЙНЫХ ПРОЛИВАХ

В данной статье приведен обзор существующих методов и технических средств сбора нефтепродуктов и последующего удаления с поверхности воды.

Ключевые слова: магнитная жидкость, сбор нефтепродуктов, устройство для сбора нефтепродуктов, омагничивание нефтепродуктов, удаление проливов.

A. I. Parfenova, E. Yu. Moiseeva, M. A. Zherebtsova, N. A. Kropotova

AN OVERVIEW OF THE METHODS AND MEANS OF COLLECTING MANICHANH OF PETROLEUM PRODUCTS FROM THE SURFACE OF THE WATER AT EMERGENCY STRAITS

This article provides an overview of the existing methods and technical means of collecting oil products and subsequent removal from the water surface.

Keywords: magnetic fluid, collection of petroleum products, device for collecting oil products, magnetization of petroleum products, straits removal.

Достоверно установлено, что на основе магнитных жидкостей возможно создание новых композиционных сред, которые проявляют более заметную зависимость своих свойств от воздействия магнитных и электрических полей [1, 2]. Создание и исследование таких сред стало особенно актуальным в последнее время в контексте разработок так называемых «умных» материалов, способных контролируемо изменять свои характеристики в широком диапазоне в зависимости от внешних воздействий. На основании данных практических явлений, инженерами ведутся разработки по разработке устройств с применением магнитных жидкостей. Для повышения эффективности сбора нефтепродуктов с поверхности воды применяются с использованием магнитных жидкостей - последний метод, предлагаемый для рассмотрения. Разрабатываемые устройства дополняется комплексом внешних, внутренних и конусовидных электромагнитов [3], а также блока управления, формирующего управляющее воздействие определенной частоты и длительности для каждого электромагнита отдельно, рис. 1.

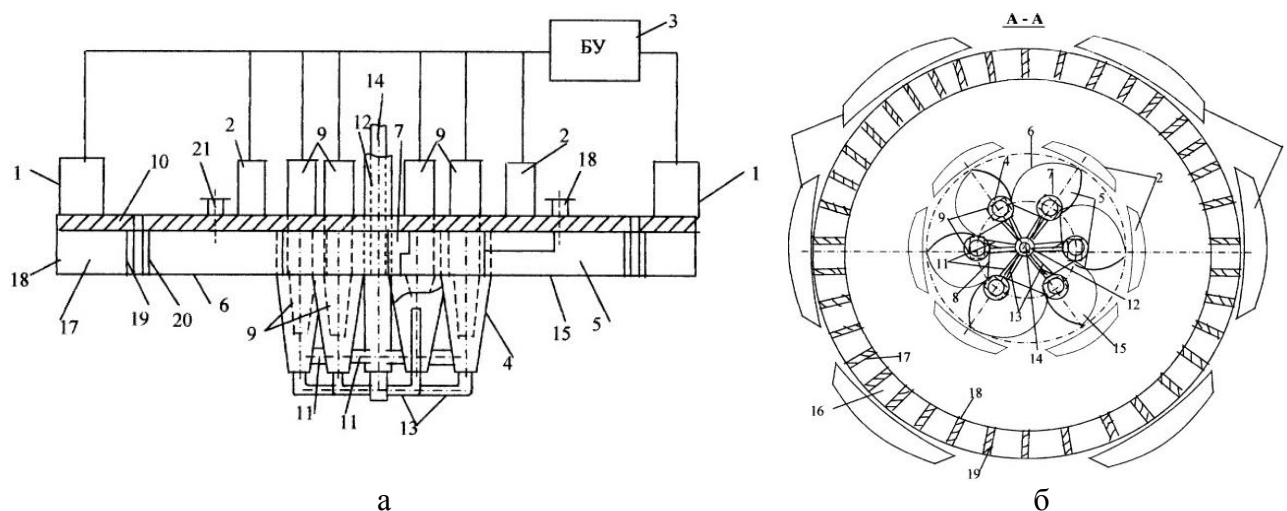


Рис. 1. Устройство для сбора омагниченных нефтепродуктов с поверхности воды:
а – вид сбоку; б – вид сверху (сечение А-А) [3]

На рис. 1 изображено устройство для сбора омагниченных нефтепродуктов с поверхности воды, вид сбоку - рис. 1а; на рис. 1б – вид сверху (сечение А-А).

На внешней стороне данного устройства и в центре по периметру равномерно расположены шесть внешних 1 и шесть внутренних электромагнитов 2, которые подключены к блоку управления 3. В центральной части устройства заключена замкнутая батарея гидроциклонов 4, расположенных по окружности и совмещенных передними стенками 5 и задними стенками 6 с входными отверстиями 7. Гидроциклоны 4 соединены между собой вертикальными перемычками 8. На поверхности гидроциклонов 4 расположены конусовидные электромагниты 9, основание которых выведено на поверхность устройства, установлено на крышке 10 и подключено к блоку управления 3. Трубопроводы 11 для отвода воды соединены с коллектором 12 воды, расположенным в центре устройства, а нефтепроводы 13 соединены с коллектором 14, расположенным внутри коллектора 12 воды и соединенным с ним. Передняя 5 и задняя 6 стенки каждого гидроциклона 4 соединены между собой и образуют вертикальные кромки, находящиеся в плоскости, проходящей через центр устройства и гидроциклоны, а задняя стенка 6 примыкает к входному отверстию 7, расположенного рядом против часовой стрелки гидроциклона. Передняя 5 и задняя 6 стенки каждого гидроциклона 4 соединены между собой и с корпусом гидроциклона горизонтальными 15 и вертикальными 8 перемычками и образуют пустотелую камеру. Входное отверстие 7 гидроциклонов выполнено расширяющимся кверху. Устройство снабжено крышкой 10, радиус которой равен диаметру устройства. По всему периметру крышки установлено волнорезное устройство 16 в виде вертикальных и равномерно расположенных пластин 17, имеющих переднюю сторону 18, заднюю сторону 19, с зазором между собой и неподвижно закрепленных верхними кромками к нижней стороне крышки 10. Высота пластин волнорезного устройства не менее высоты цилиндрической части гидроциклона. Между вертикальными кромками и волнорезным устройством 16 выполнен зазор 20, образуя дополнительное пространство, перекрываемое сверху крышкой 10. На крышке 10 над каждой пустотелой камерой выполнен люк 21.

Изобретение позволяет производить эффективный сбор омагниченных нефтепродуктов различной толщины пленки с большой площади за счет создания магнитного поля, что расширяет возможности использования нефтесборного устройства на волнообразных поверхностях водных объектов.

Процесс удаления нефтепродуктов достаточно серьезно решается инженерами, но основная задача заключается не в том чтобы создать что-то новое, а добиться повышения эффективности удаления нефтепродуктов с поверхности воды. Поэтому вторая разработка наших соотечественников, в большей мере решает данную проблему, хотя и появляются новые недостатки. В способе очистки воды от нефтепродуктов, заключающемся в коалесценции дисперсной фазы путем пропускания потока воды с нефтепродуктами через слой олеофильного коалесцирующего материала с последующим отделением нефтепродуктов, коалесценцию дисперсной фазы осуществляют одновременно с ее омагничиванием [4]. В качестве коалесцирующего материала используют магнитную жидкость на основе, родственной отделяемому нефтепродукту, в качестве которой используют керосин или жидкое производное нефтеперегонного производства, слоем покрывающую ферромагнитный материал с развитой поверхностью, намагниченный внешним магнитным полем. Отделение омагниченного нефтепродукта от ферромагнитного материала осуществляют в градиентном магнитном поле. Технический результат заключается в увеличении производительности при очистке воды и в повышении качества собираемых нефтепродуктов. На рис. 2 а приведено устройство для очистки воды от нефтепродуктов с помощью магнитной жидкости в продольном и поперечном сечении, на рис. 3 приведено горизонтальное сечение верхней камеры сбора нефтепродукта устройства для очистки воды от нефтепродуктов с помощью магнитной жидкости.

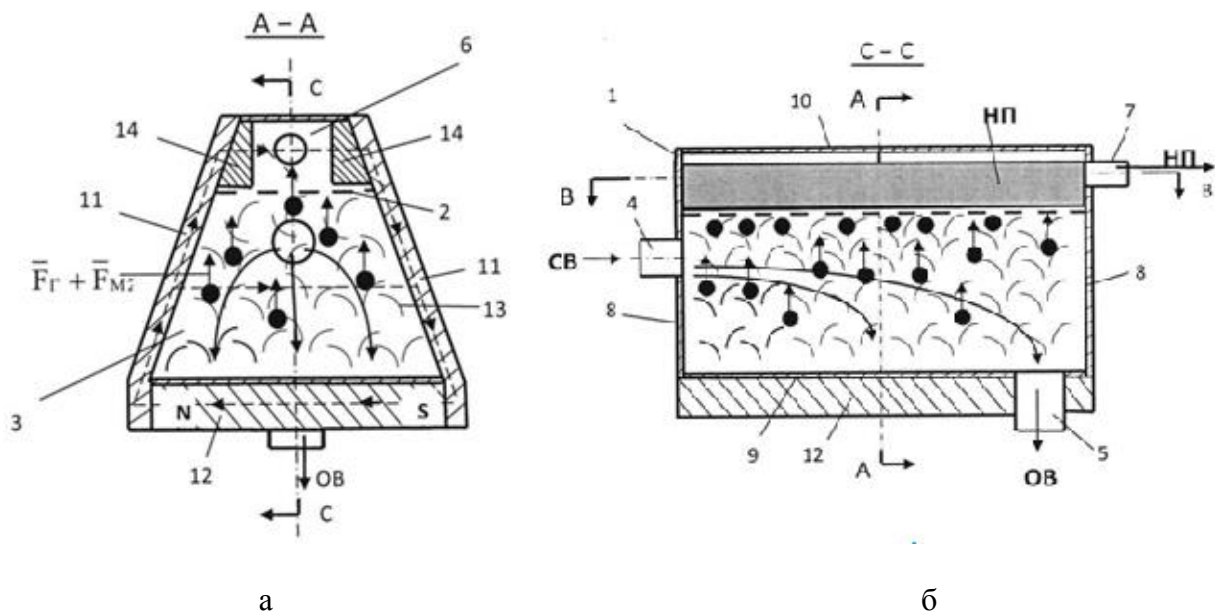


Рис. 2. Устройство для очистки воды от нефтепродуктов с помощью магнитной жидкости: а – в продольном, б – поперечном сечении [4]

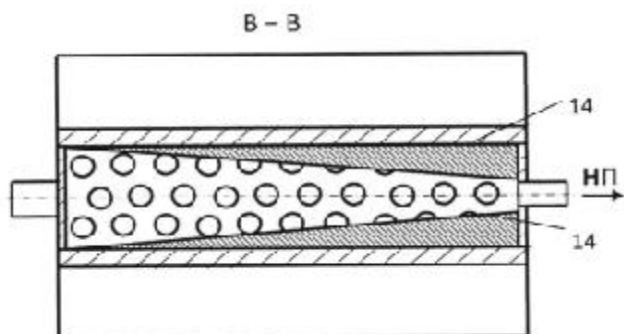


Рис. 3. Горизонтальное сечение верхней камеры сбора нефтепродукта устройства для очистки воды от нефтепродуктов с помощью магнитной жидкости [4]

Устройство для очистки воды от нефтепродуктов с помощью магнитной жидкости содержит корпус 1 с проницаемой для воды и нефтепродуктов горизонтальной перегородкой 2, разделяющей его внутреннюю полость на сообщающиеся между собой нижнюю рабочую камеру 3, заполненную фильтрующим коалесцентным материалом, снабженную входным патрубком 4 и патрубком для отвода очищенной воды 5, и верхнюю камеру сбора 6 нефтепродукта, снабженную патрубком для отвода нефтепродуктов 7, корпус 1 в поперечном сечении имеет вид симметричной трапеции с меньшим верхним основанием, торцевые стенки 8, дно 9, крышка корпуса 10 и горизонтальная перегородка 2 выполнены из немагнитного материала, а боковые стенки 11 выполнены из магнитного материала и выступают ниже дна 9 корпуса 1, под которым размещены постоянные магниты 12, выполненные в виде параллелепипедов, прилегающие одноименными полюсами к выступам боковых стенок 11, фильтрующим коалесцентным материалом является магнитная жидкость, слоем покрывающая стружку ферромагнитного материала 13, при этом входной патрубок 4 и патрубок для отвода нефтепродуктов 7 размещены в противоположных торцевых стенках корпуса 1. В верхней камере сбора 6 нефтепродукта над горизонтальной перегородкой 2 у боковых стенок 11 симметрично размещены клинообразные вкладыши 14 из магнитопроводящего материала, образующие канал, сужающийся к патрубку для отвода нефтепродуктов 7.

Недостатком данного устройства является тот факт, что в данной разработке отсутствует система очистки емкости от омагниченных нефтепродуктов, отсутствует механизм возобновления магнитной жидкости после использования [5].

Анализ технологических и технических решений применяемых при аварийных проливах нефтепродуктов и дальнейшему их сбору с поверхности воды позволяет рекомендовать для небольших замкнутых акваторий такие способы и технические средства, которые работают по принципу коалесценции дисперсной фазы путем пропускания потока воды с нефтепродуктами через слой олеофильного коалесцирующего материала с последующим отделением нефтепродуктов, только после этого устройства основанные на принципе сил поверхностного натяжения [6]. При обработке больших объемов воды или при сборе нефтепродуктов с поверхности рек, озер и морей наиболее приемлемыми являются методы центробежной сепарации [7] в поле слабых сил и технические средства, их реализующие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Meeker D. Finite Element Method Magnetics. User's Manual. Version 4.2; <http://feem.foster-miller.com>

2. Дворчик С.Е., Реуцкий С.Ю., Свижгер А.Я. Использование магнитных жидкостей для очистки воды от нефтепродуктов // Химия и технология воды. – 1992. – Т. 14. – № 9. – С. 706–712.

3. Патент: <http://www.findpatent.ru/patent/225/2259443.html>

4. Патент: <http://www.findpatent.ru/patent/260/2602566.html>

5. Топоров А.В., Кропотова Н.А., Мальцев А.Н., Топорова Е.А., Волкова К.М. Применение метода конечных элементов для расчета магнитных систем магнитожидкостных устройств // Фундаментальные и прикладные вопросы науки и образования сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. 2016. С. 54-56.

6. Сайкин М.С., Топоров А.В., Топорова Е.А. Повышение безопасности пожарной безопасности химических производств применением магнитожидкостных герметизаторов валов мешалок // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 1. С. 55-60.

7. Топоров А.В., Пучков П.В., Топорова Е.А. Основные направления использования магнитной наножидкости в пожарной технике. Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2015. Т. 2. № 1 (6). С. 120-122.

УДК 614.8

Д. Л. Подобед

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

КОРРЕКТИРОВКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БОЕВОЙ ПРОВЕРКИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Приведена цепочка рассуждений, подкрепленная расчетным методом, позволяющая откорректировать последовательность проведения боевой проверки аппаратов на сжатом воздухе, нашедших применение в деятельности пожарных формирований для работы в непригодной для дыхания среде.

Ключевые слова: боевая проверка, аппарат на сжатом воздухе, время защитного действия, расход воздуха, непригодная для дыхания среда.

D. L. Podobed

ADJUSTMENT SEQUENCE DURING COMBAT TESTING OF BREATHING APPARATUS

Given the chain of reasoning, supported by computational method, which allows to adjust the sequence of the combat performance of the devices on the compressed air, which was used in the activities of fire units for work unfit for breathing environment.

Keywords: combat check, the apparatus on compressed air, the time of protective action, the volume of air, unfit for breathing environment.

В настоящее время для работы в непригодной для дыхания среде широко применяются изолирующие дыхательные аппараты различной конструкции и с разным временем защитного действия (далее – АСВ). Перед включением в АСВ по команде

«Аппараты проверь!» проводится боевая проверка. Боевая проверка АСВ включает следующую последовательность действий:

проверку состояния маски внешним осмотром (состояние смотрового стекла, исправность пряжек, отсутствие порывов и порезов на лицевой части), надежности присоединения;

проверку герметичности маски и легочного автомата. Необходимо приложить маску плотно к лицу и сделать 2–3 вдоха. Невозможность повтора вдоха указывает на герметичность маски и соединения с легочным автоматом. При наличии маски для пострадавшего проверка проводится поочередно для каждой маски.

проверку давления воздуха в баллоне по показанию манометра;

проверку работы легочного автомата, механизма дополнительной подачи воздуха, клапана выдоха, наличие избыточного давления в подмасочном пространстве. Необходимо открыть вентиль баллона (баллонов) и сделать несколько вдохов, выдохов. При этом не должно ощущаться сопротивления на вдохе;

проверку исправности включателя резерва (звукового сигнала);

доклад газодымозащитника командиру звена о готовности к включению: «Иванов к включению готов, давление 290».

Для обеспечения безопасной работы [1] в непригодной для дыхания среде, а также при обучении и подготовке газодымозащитников постовым на посту безопасности и самими газодымозащитниками ведутся расчеты определенных параметров давления и времени средств индивидуальной защиты органов дыхания (аппаратов на сжатом воздухе) согласно [2]. Основными расчетами по безопасности таких работ являются:

- расчет ожидаемого времени выхода звена ГДЗС ($T_{\text{вых}}$);

- расчет давления в баллонах, при котором необходимо выходить на чистый воздух ($P_{\text{вых}}$);

- расчет примерного времени работы в непригодной для дыхания среде ($T_{\text{раб}}$).

Для ведения расчетов в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь применяются следующие переменные значения:

P_6 – давление в баллонах на входе в непригодную для дыхания среду, кгс/см² (бар, атм) (данный параметр отражен пунктом «проверку давления воздуха в баллоне по показанию манометра» из перечня последовательности действий при боевой проверке, приведенной выше);

P_p – остаточное (резервное) давление в баллонах, давление срабатывания звукового сигнала или включателя резерва, кгс/см² (бар, атм);

$P_{\text{вх}}$ – давление, израсходованное на движение к месту работы (очагу пожара), кгс/см² (бар, атм);

$P_{\text{но}}$ – давление, предусмотренное на задержку в пути следования в связи с непредвиденными обстоятельствами, кгс/см² (бар, атм);

W – объем баллонов, л;

Q – расход кислорода (воздуха), л/мин.

При расчетах значение Q принимается равным 40 л/мин. для аппаратов, работающих на сжатом воздухе, что соответствует расходам при нагрузке средней степени тяжести.

Расход воздуха изменяется в зависимости от вида работы, физического состояния газодымозащитника и его опыта в использовании аппаратов на сжатом воздухе: полный покой 5 – 8 л/мин., неподвижное сидение 8 – 10 л/мин., ходьба 10 – 25 л/мин., медленный бег 30 – 50 л/мин., кратковременное сильное напряжение 70 – 100 л/мин.

Расчеты проводятся по следующим соотношениям:

- ожидаемое время выхода звена:

$$T_{\text{вых}} = \frac{P_6 - P_p}{Q} \cdot W, \text{ мин.}; \quad (1)$$

- расчет давления в баллонах, при котором необходимо выходить на чистый воздух:

$$P_{\text{вых}} = P_{\text{вх}} + P_{\text{н.о.}} + P_p, \text{ кгс/см}^2 \text{ (бар, атм)}; \quad (2)$$

- расчет времени работы в непригодной для дыхания среде:

$$T_{\text{раб}} = \frac{P_6 - (P_{\text{вх}} + P_{\text{вых}})}{Q} \cdot W, \text{ мин.} \quad (3)$$

Запас давления в баллонах на непредвиденные обстоятельства принимается равным половине давления, израсходованного на движение к месту работы.

Остаточное (резервное) давление в баллонах для работы газодымозащитника (срабатывания звукового сигнала, включателя резерва) принимается в соответствии с инструкцией по эксплуатации для конкретного аппарата на сжатом воздухе, но не менее 30 кгс/см² (бар, атм).

Однако, при детальном изучении формул 1 и 3, видно, что они оба содержат значение P_6 – давление в баллонах на входе в непригодную для дыхания среду, кгс/см² (бар, атм) (данный параметр отражен пунктом «проверку давления воздуха в баллоне по показанию манометра» из перечня последовательности действий при боевой проверке, приведенной выше). Логично предположить, что на все последующие пункты боевой проверки будет затрачен объем воздуха, оказывающий влияние на время защитного действия. Однако, этот факт в приведенной последовательности не учтен, что в корне неверно.

Таким образом, можно сделать выводы о том, что при среднем расходе воздуха на дыхание для дыхательных аппаратов Drager, Auer, Scott и т.д., составляющим: $40/6,8 = 5,88$ кгс/см² (бар, атм) в минуту и продолжительности проведения боевой проверки (1 минута), общее падение давления воздуха в баллонах составит именно эту величину (5,88 атмосферы). В этой связи автор данного тезиса предлагает пункт «проверку давления воздуха в баллоне по показанию манометра» из перечня последовательности действий при боевой проверке, приведенной выше, переместить в самый конец данного перечня.

Данная корректировка актуальна еще ввиду использования схожего алгоритма проведения боевой проверки на территории стран СНГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 27.06.2016 г. № 158 «Об утверждении правил безопасности в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь».

2. Приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 14 июля 2015 г. № 139 «Об утверждении правил организации деятельности газодымозащитной службы в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь».

УДК 66.047.8

А. А. Покровский

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ФОРМЫ СВЯЗИ ВЛАГИ С МАТЕРИАЛОМ НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

Рассмотрены формы связи влаги с различными капиллярно-пористыми материалами. Из приведенных классификаций определена наиболее применимая классификация влажных материалов к объектам сушки, которыми являются напорные пожарные рукава.

Ключевые слова: сушка, пожарный рукав, влага, полимерный материал, твердая фаза.

A. A. Pokrovskiy

FORMS OF MOISTURE CONTACT WITH MATERIAL OF PRESSED FIRE HOSES

Forms of moisture binding with various capillary-porous materials are considered. From the above classification, the most applicable classification of wet materials for drying objects is defined, which are pressure fire hoses.

Keywords: drying, fire hose, moisture, polymer material, solid phase.

Одной из наиболее важных характеристик при рассмотрении процессов сушки, в том числе и конвективной сушки напорных пожарных рукавов, является связь влаги с материалом. Основными факторами, определяющими термодинамику и кинетику сушки, являются форма и энергия связи влаги с материалом.

Напорные рукава состоят из тканого или ткановязаного каркаса и внутреннего гидроизоляционного покрытия. При изготовлении каркаса напорного рукава используют нити из химических и натуральных волокон.

Внутреннее гидроизоляционное покрытие изготавливается из различных видов резин, латекса, полиуретанов и других полимерных материалов.

Напорные рукава с каркасом из натуральных волокон могут не иметь внутреннего гидроизоляционного покрытия.

В зависимости от назначения напорного рукава его каркас может иметь наружное защитное покрытие или пропитку.

Конструкция напорного рукава состоит из следующих элементов: армирующего каркаса (чехла), внутреннего гидроизоляционного слоя и наружного защитного слоя. Армирующие каркасы напорных рукавов ткнут или вяжут из натуральных нитей (льна, хлопка и т.д.) или искусственных (лавсан, капрон и т.д.) волокон. Армирующий каркас образуется переплетением нитей под углом 90° . Продольные нити называются основой, а поперечные – утком.

Пожарные напорные рукава должны обладать высокой прочностью, способностью сопротивляться истиранию, действию солнечных лучей, гнилостным процессам, агрессивным средам, низким и высоким температурам. Гидравлическое сопротивление потоку воды должно быть возможно малым. Кроме того, к ним предъявляется ряд эргономических требований: легкость, малые габариты скаток, эластичность.

Напорные рукава из натуральных волокон имеют ограниченное применение. Сухие чистые льняные рукава сравнительно легкие, а их скатки малогабаритны. При подаче воды по таким рукавам наружная поверхность ткани чехла увлажняется вследствие просачивания воды через стенки чехла (перколяция). Это повышает термостойкость льняных рукавов в условиях пожаров. Однако повышенная склонность льняных рукавов к гнилостным процессам, большие гидравлические потери, а также сложность эксплуатации в условиях низких температур ограничивают область их применения на пожарных машинах [1].

Напорные рукава с армирующим каркасом из синтетических волокон имеют несколько вариантов конструктивного исполнения. Устройство прорезиненного рукава, относящегося к типу напорных рукавов с внутренним гидроизоляционным слоем без наружного покрытия каркаса, показано на рис. 1.

Такой рукав имеет армирующий каркас 1, выполненный из синтетических волокон. В качестве внутреннего гидроизоляционного слоя 2 применяется резиновая камера, которая вводится внутрь армирующего каркаса 1, предварительно смазанного резиновым клеем 3, и вулканизируется паром.

Конструкция латексированного рукава представлена на рис. 2. Он относится к типу напорных рукавов с внутренним гидроизоляционным слоем и с пропиткой армирующего каркаса тем же материалом, что и гидроизоляционный слой.

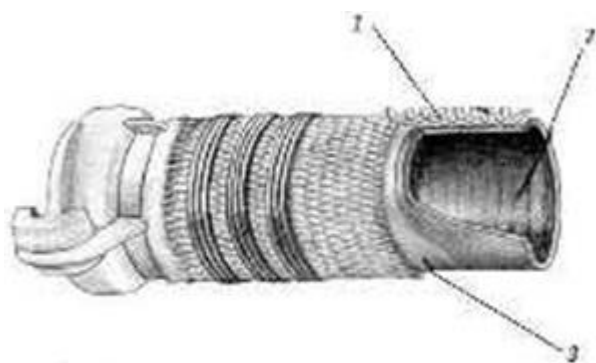


рис. 1

Рис. 1. Конструкция напорного прорезиненного рукава. 1 – армирующий каркас; 2 – внутренний слой; 3 – клеевой слой

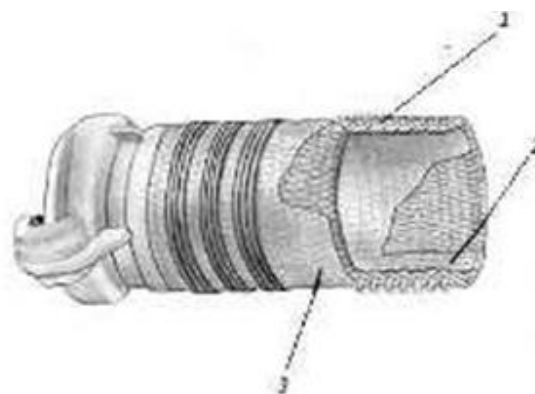


Рис. 2. Конструкция латексированного рукава. 1 - армирующий каркас; 2 -внутренний гидро-изоляционный слой; 3 - наружная латексная пленка

Армирующий каркас 1 латексированного рукава изготавливают из синтетических волокон. Такой рукав имеет внутренний гидроизоляционный слой 2, выполненный из латексной пленки. Кроме того, армирующий каркас имеет пропитку раствором латекса, который образует наружную латексную пленку 3, выполняя функцию защитного слоя.

Конструкция напорного рукава с двусторонним покрытием показана на рис. 3.

Рукава двухслойной конструкции с внутренним гидроизоляционным 2 и наружным защитным 3 покрытием обладают рядом преимуществ по сравнению с другими типами рукавов. Внутренний гидроизоляционный слой 2 обеспечивает минимальные гидравлические потери для потока огнетушащего вещества, а наружный защитный слой 3 предохраняет ткань армирующего каркаса от истирания, действия солнечных лучей. Это повышает надежность и долговечность рукавов.

Лыков А.В. [2] разделил все влажные материалы по своим коллоидно-физическим свойствам и способности изменять свои размеры при удалении влаги на три группы: коллоидные, капиллярно-пористые и коллоидные капиллярно-пористые.

Дальнейшим развитием классификации влажных материалов Лыкова А.В. является классификация систем твердая фаза – распределяемое вещество, предложенная Рудобаштой С.П. [3]. Данная классификация составлена на основе анализа структурных и кинетических свойств материалов твердой фазы в процессах сушки, адсорбции, экстрагирования. Эта классификация отражает кинетические особенности массопереноса в отдельных группах материалов и позволяет выбрать математическое описание процесса.

Согласно классификации академика Ребиндера П.А. [4] все формы связи делятся на три группы: химическую, которая включает ионную и молекулярную связи; физико-химическую, включающую адсорбционную и осмотическую связи; физико-механическую.

Сажиным Б.С. [5] была предложена классификация материалов как объектов сушки. В данной классификации определяющими параметрами рассмотрены внутренняя структура материала и его тепловые характеристики.

В данной классификации полимерные материалы разделены на четыре группы в зависимости от уменьшения критического радиуса пор:

- непористые и макропористые материалы с диаметром пор свыше 100нм;
- однородно- и неоднородно-пористые материалы с критическим диаметром пор до 6нм;
- материалы с критическим диаметром пор от 6 до 2нм;
- материалы с ультрамикропористой структурой. Размеры пор соизмеримы с размерами молекул удаляемой жидкости.

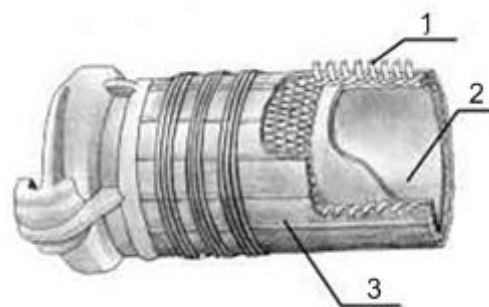


Рис. 3. Конструкция напорного рукава с двусторонним покрытием.
1 - армирующий каркас; 2 - внутренний слой; 3 - наружный защитный слой

Исходя из вышесказанного, необходимо отметить, что в настоящее время не создано всеобщей классификации влажных материалов. В нашем случае, учитывая материал пожарных напорных рукавов, наиболее применима классификация влажных материалов как объектов сушки, разработанная Сажиним Б.С., в которой в качестве определяющих характеристик рассмотрена внутренняя структура и тепловые характеристики материалов.

Для обобщения характеристик материалов как объектов сушки требуются дальнейшие исследования их теплофизических и технологических свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная техника: Учебник / Под ред. М.Д. Безбородько. М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. 550 с.
2. *Лыков А.В.* Теория сушки. М.: Энергия, 1968. – 470 с.
3. *Рудобаишта С.П.* Массоперенос в системах с твёрдой фазой. М.: Химия, 1980. 248 с.
4. Всесоюзное научно-техническое совещание по интенсификации процессов сушки. М.: Профиздат, 1958. – с.14.
5. *Сажин Б.С.* Основы техники сушки. М.: Химия, 1984. – 320 с.

УДК 621.43

Д. В. Савельев, И. Л. Скрипник, С. В. Воронин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ АВТОМОБИЛЯ

В статье исследуются диагностические параметры двигателя внутреннего сгорания в зависимости эксплуатационных факторов.

Ключевые слова: коэффициент, техническое состояние, двигатель, топливо, температура вспышки, клапан, масло, износ.

D. V. Savelyev, I. L. Skrypnyk, S. V. Voronin

STUDY OF DIAGNOSTIC PARAMETERS OF THE ENGINE INTERNAL COMBUSTION CAR

The article examines the diagnostic parameters of the internal combustion engine depending on the operating factors.

Keywords: coefficient, technical condition, engine, fuel, flash point, valve, oil, wear.

В настоящее время остаются актуальными вопросы проверки работоспособности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) по диагностическим параметрам, в качестве которых выступают:

– Коэффициент технического состояния вкладышей подшипников коленчатого вала ДВС - K_1 .

– Коэффициент технического состояния цилиндропоршневой группы (ЦПГ) ДВС - K_2 .

– Температура вспышки, характеризующая наличие в масле более лёгких топливных фракций [1].

В результате проведенных исследований изменения диагностических параметров от:

- работы исправного двигателя;

- количества форсунок со сниженным давлением начала подъёма иглы;

- угла опережения впрыскивания топлива;

- количества клапанов с разрегулированными тепловыми зазорами;

- концентрации кварцевой пыли в 1 м^3 воздуха, подаваемой во впускной тракт ДВС;

- комплексного влияния эксплуатационных факторов изменения скорости поступления продуктов износа (ПИ) в работавшее масло установлено, что [2,3]:

1. При работе исправного дизельного двигателя значения диагностических параметров практически стабилизированы на протяжении всего периода испытания, Коэффициенты соотношения концентраций свинца к меди K_1 и кремния к алюминию K_2 больше единицы.

2. С увеличением количества неисправных форсунок происходит интенсивное разжижение работающего масла фракциями несгоревшего дизельного топлива, приводящее к понижению температуры вспышки масла. Повышенное изнашивание вкладышей кривошипно-шатунного механизма (КШМ) говорит о незначительном увеличении концентрации свинца и меди, но при этом коэффициент $K_1 > 1$. Это подтверждает наличие во вкладышах рабочего диффузионного слоя. Значение коэффициента $K_2 < 1$ свидетельствует о повышенном изнашивании поршней ЦПГ ДВС, вследствие возрастания на них ударных нагрузок. Концентрация хрома практически не изменяется, что указывает на небольшое изнашивание клапанов газораспределительного механизма (ГРМ). Также отмечается повышение концентрации железа, отражающее суммарный износ деталей механизмов и узлов ДВС. Снижение давления начала подъёма иглы форсунок увеличивает рост концентраций практически всех ПИ.

3. Увеличение или уменьшение угла опережения впрыскивания топлива, одинаково влияют на изменение соотношений концентраций коэффициентов K_1 и K_2 . Неисправности системы питания топливом (СПТ) приводят к значительному снижению температуры вспышки работавшего масла и значений K_1 и K_2 , характеризующие фактическое техническое состояние деталей ДВС, лимитирующих его моторесурс. Контроль технического состояния СПТ ДВС осуществляется, только значением температуры вспышки работавшего масла.

4. С увеличением количества клапанов с разрегулированными тепловыми зазорами, значения коэффициентов K_1 и K_2 , изменяются в сторону уменьшения, происходит повышение концентрации хрома в работавшем масле, характеризующее о повышенном износе клапанов ГРМ. Температура вспышки работающего масла постепенно понижается, вследствие неполного сгорания дизельного топлива. Контроль технического состояния тепловых зазоров ГРМ ДВС можно осуществлять, значениями концентрации хрома в работавшем масле. Коэффициенты K_1 и K_2 показывают фактиче-

ское техническое состояние вкладышей подшипников КШМ и поршней ЦПГ дизельного двигателя.

5. С увеличением концентрации кварцевой пыли в 1 м^3 воздуха, подаваемой во впускной тракт двигателя, минуя воздухоочиститель, в масле резко возрастает концентрация всех элементов, ввиду абразивного изнашивания деталей ДВС. Значения коэффициента K_1 уменьшается, что свидетельствует о повышенном изнашивании рабочего антифрикционного диффузионного слоя и может достоверно указывать на фактическое техническое состояние вкладышей подшипников КШМ двигателя. Коэффициент K_2 сначала изменяется в сторону резкого увеличения, вызванным лавинообразным ростом концентрации кремния, содержащимся в вводимой пыли, а затем это снижение объясняется приростом концентрации алюминия в результате абразивного изнашивания поршней. Поэтому данный коэффициент не достоверно отражает фактическое техническое состояние поршней ЦПГ ДВС. Температура вспышки работающего масла незначительно повышается, вследствие увеличения вязкости масла из-за загрязнения его абразивными частицами.

6. Исследования комплексного влияния эксплуатационных факторов на изменение скорости поступления ПИ в работавшее масло были проведены с использованием двух факторов: угла опережения впрыскивания топлива и тепловых зазоров в ГРМ, как наиболее значимыми из рассмотренных. Анализ результатов экспериментов показал, что на скорость поступления ПИ в работавшее масло дизельного двигателя оказывают влияние оба фактора. С увеличением значений факторов возрастает скорость износа деталей ДВС [4].

На основе проделанных исследований и обработанных статистических данных, получены уравнения регрессии, которые составляют основу диагностической модели дизельного двигателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *И.Л. Скрипник, Д.В. Савельев, С.В. Воронин.* Проблемы производства дизельных топлив на газоконденсатных и нефтяных месторождениях // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 227-230.

2. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Анализ пожарной опасности технологических систем по показателям надежности // [Научно-аналитический журнал](#). Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 3-2017, С. 33-37.

3. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // [Научно-аналитический журнал](#). Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 2 (22)-2017. С.36-46.

4. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Способ расчета показателя конструктивной организованности образцов пожарной техники // [Научно-аналитический журнал](#). Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 4-2017, С. 10-14.

УДК 614.8.084

Д. С. Садовский, В. Ю. Курочкин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВЕДОМСТВЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

В данной работе рассмотрена характеристика деятельности пожарных поездов в РФ, порядок создания, передислокации и ликвидации пожарных поездов, их категории, анализ функционирования ВПО на ЖДТ РФ, тушение пожаров с использованием пожарных поездов.

Ключевые слова: анализ, деятельность пожарных поездов, пожарный поезд, категории, пожарно-техническая характеристика, тушение пожаров.

D. S. Sadovskiy, V. Yu. Kurochkin

ANALYSIS OF FUNCTIONING OF DEPARTMENTAL FIRE PROTECTION ON RAILWAY TRANSPORT

In this paper, the characteristics of the operation of fire trains in the Russian Federation, the procedure for the creation, redeployment and elimination of fire trains, their category, the analysis of the operation of military hardware on the railway of the Russian Federation, and the extinguishing of fires using fire trains are considered.

Keywords: analysis, activities of fire trains, fire train, categories, fire and technical characteristics, fire extinguishing.

В условиях современной развитой промышленности особое внимание уделяется транспорту. Транспортные потоки обеспечивают массовую перевозку не только людей, но и большого количества грузов, в том числе пожароопасных. Большая нагрузка по этим работам ложится на железнодорожный транспорт, который является ведущим видом транспорта в Российской Федерации: на их долю приходится свыше 80 % грузооборота и около 40 % пассажирооборота.

В связи с этим на объектах железнодорожной отрасли увеличивает риск и вероятность возникновения пожаров при осуществлении перевозочного процесса. Следует отметить, что 50 % из общего количества пожаров, происшедших на объектах отрасли, приходится на железнодорожный подвижной состав. Характерно то, что около 70 % всех пожаров произошли на тепловозах и электровозах, эксплуатируемых более 20 лет.

В нашей стране организацией пожарной защиты железных дорог занимается Федеральное Государственное предприятие «Ведомственная охрана» ЖДТ России (ФГП ВО ЖДТ России), использующие для тушения пожарные поезда, которые являются основной тактической единицей по ликвидации пожаров, проведению аварийно-спасательных работ при авариях, крушениях, стихийных бедствиях и других чрезвычайных ситуациях, сопровождающихся пожарами. В составе ФГП ВО ЖДТ

России функционируют более 300 пожарных поездов, которые включают более 1,3 тыс. единиц подвижного состава, в том числе 369 вагон-насосных станций, 776 цистерн-водохранилищ, а также 214 единиц дополнительного подвижного состава.

По железным дорогам перевозятся несколько тысяч наименований грузов с различными свойствами по взрывопожарной опасности. Возникновение пожара на железнодорожном транспорте приводит к разрушению транспортных коммуникаций, наносит непоправимый урон грузам, может привести к травмированию и гибели пассажиров и работников железнодорожного транспорта.

Для железнодорожного транспорта опасность, связанная с пожарами, заключается в следующих обстоятельствах:

- на железнодорожных объектах сосредоточено большое количество пожаро- и взрывоопасных веществ, материалов, чье воздействие в случае аварии или пожара наносит косвенный ущерб, превышающий убытки от самого пожара;

- пожары могут возникать не только в зданиях, но и в движущихся поездах (в вагонах и локомотивах), находящихся как на станциях, так и на перегонах, для тушения которых использование пожарного автомобильного транспорта не всегда возможно;

- по сети железных дорог перевозятся разнообразные грузы, которые могут самовозгораться при нарушении нормативного давления или температурного режима, что нарушает работу дороги, например, взрыв одной цистерны полностью парализует транспортный конвейер станции.

Рассмотрим анализ привлечения пожарных поездов, судов, вертолетов, самолётов для тушения пожаров в РФ:



График. Тактико-техническая характеристика пожарных поездов

Общая характеристика деятельности пожарных поездов в РФ

Пожарные поезда предназначены для:

- обеспечения пожарной безопасности перевозочного процесса;

- тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в железнодорожном подвижном составе, в полосе отвода железных дорог и на стационарных объектах ОАО «РЖД», а также на объектах, не входящих в инфраструктуру железных дорог ОАО «РЖД», по запросу МЧС России;

- участия в ликвидации последствий аварийных ситуаций с железнодорожным подвижным составом, перевозящим опасные грузы 3-4 классов опасности.

Запрещается привлекать пожарные поезда для выполнения иных задач.

Создание, передислокация и ликвидация пожарных поездов.

Пожарные поезда создаются, передислоцируются и ликвидируются по решению ОАО «РЖД», согласованному с ФГП ВО ЖДТ России, с учетом пожарной опасности перевозочного процесса [1].

Пожарный поезд

Железнодорожный состав, предназначенный для тушения пожаров

Комплектация поезда, предназначенного для тушения пожаров, на железных дорогах и на объектах, расположенных вблизи полосы отвода



Рисунок. Состав пожарных поездов

Пожарные поезда подразделяются на две категории:

- специализированный пожарный поезд 1 категории;
- пожарный поезд 2 категории.

Изменения категории пожарного поезда производится по результатам его аттестации. За каждым пожарным поездом закрепляются участки обслуживания.

Расчетное время доставки пожарного поезда на конечный пункт, ограничивающий участок обслуживания, должно составлять от 1 часа до 2,5 часов в зависимости от класса железнодорожной линии [2].

Основанием для вызова пожарного поезда являются пожары в поездах или на стационарных объектах железнодорожного транспорта, крушение, аварии, сходы и столкновения железнодорожного подвижного состава, аварийные ситуации с опас-

ными грузами, а также их применение в рамках гарнизонов пожарной охраны. Право вызова пожарных поездов имеют должностные лица МЧС России в соответствии с законодательством Российской Федерации. Вызов пожарного поезда производится через диспетчерские службы ОАО «РЖД» и (или) ФГП ВО ЖДТ России.

Таблица 1. Тактико-техническая характеристика пожарных поездов

Основные характеристики	Категории поездов	
	1 категории	2 категории
Емкость цистерны для воды, м ³	72,3 или 50	72,3 или 50
Рукава напорные 51 мм, м	700	500
Рукава напорные 66 мм, м	1000	800
Пенообразователь, л	10000	5000
Боевой расчёт, чел	7	6
Огнетушители, шт		
- углекислотные ОУ-5	5	5
- порошковые ОП-5	5	5
- порошковые передвижные ОП-50	5	2
Мотопомпы ММ-27/100, ПН-40/100	2	2

Таблица 2. Тактико-техническая характеристика пожарных поездов

Класс железнодорожной линии	11	22	33	44	55
Протяженность участка обслуживания пожарного поезда не более, км	880	1100	1120	1140	1160

Отправление пожарного поезда в пределах участка обслуживания производится на основании оперативного приказа старшего дорожного диспетчера (руководителя смены), а в пределах железнодорожных станций – дежурного по железнодорожной станции.

Ответственность за своевременное отправление, беспрепятственное проследование, прибытие пожарного поезда к месту пожара и возвращение его на железнодорожные пути постоянной стоянки возлагается на старшего дорожного диспетчера (руководителя смены) и дежурного по железнодорожной станции. На каждой железнодорожной станции постоянной стоянки пожарного поезда должен быть разработан технологический график (регламент) с определением минимального времени отправления пожарного поезда.

Пожарный поезд должен следовать к месту пожара с преимуществом перед всеми проездами с максимальной скоростью, установленной для участка пути.

Запрещается оставлять пожарный поезд без локомотива до возвращения его на железнодорожные пути постоянной стоянки. Для обеспечения пожарной безопасности на участке обслуживания пожарный поезд после тушения пожара должен максимально быстро возвращаться на железнодорожные пути постоянной стоянки.

Тушение пожаров. Началом тушения пожара считается момент получения сообщения о пожаре, окончанием тушения пожара считают возвращение пожарного поезда на железнодорожные пути постоянной стоянки.

Организация тушения пожара до прибытия подразделений пожарной охраны возлагается на руководителя объекта ОАО «РЖД», начальника пассажирского поезда, машиниста грузового поезда, дизель-поезда и электропоезда.

Руководство тушением пожара до прибытия подразделений ФПС МЧС России осуществляют должностные лица ФГП ВО ЖДТ России, в функции которых входят вопросы управления силами и средствами при тушении пожаров [3].

Требования руководителя тушения пожара, связанные с организацией спасения людей, тушением пожара, эвакуацией имущества, рассредоточением железнодорожного подвижного состава и другие в пределах его компетенции, должны незамедлительно выполняться всеми работниками ОАО «РЖД».

Тушение пожаров на электрифицированных участках железных дорог производится на основании письменного разрешения работника дистанции электроснабжения с указанием номера приказа энергодиспетчера о снятии напряжения в контактной сети и высоковольтных линий, а также их заземления. До снятия напряжения с контактной сети, высоковольтной линии и заземления проводов в соответствии с требованиями по охране труда запрещается приближение к этим и другим частям контактной сети и воздушных линий на расстояние менее 2 м, а к оборванным проводам контактной сети и воздушных линий на расстояние менее 10 м.

Возмещение затрат, понесенных ФГП ВО ЖДТ России при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ на объектах ОАО «РЖД», осуществляется в порядке, определенном договором (дополнительным соглашением) об оказании услуг в области пожарной безопасности на объектах ОАО «РЖД».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ ФГП ВО ЖДТ РФ № К-10/95 от 31.03.2011 г. «О совершенствовании деятельности ведомственной пожарной охраны ЖДТ РФ».
2. Распоряжение ОАО РЖД от 01.07.2009 N 1393 р. «Об утверждении Методики классификации железнодорожных линий».
3. Руководство по тушению пожаров на железнодорожном транспорте. – М.: УВО МПС, ВНИИЖТ, 2001.

УДК 630.847

Н. А. Сафронов, А. А. Покровский

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ СУШКИ НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

Рассмотрены основные способы сушки напорных пожарных рукавов. Приведены основные типы устройств для конвективной сушки пожарных рукавов горячим воздухом. Отмечены основные достоинства и недостатки существующих способов конвективной сушки.

Ключевые слова: сушка, пожарный рукав, сушильная установка, теплоноситель.

N. A. Safronov, A. A. Pokrovskiy

BASIC WAYS OF DRYING FIRE-FIGHTING HOSES

The main methods of drying pressure fire hoses are considered. The main types of devices for convective drying of fire hoses with hot air are given. The main advantages and disadvantages of the existing methods of convective drying are noted.

Keywords: drying, fire hose, dryer, coolant.

Одним из видов технического обслуживания напорных пожарных рукавов является их сушка. Сушка может осуществляться принудительно в сушильных установках и естественным способом. Принудительная сушка пожарных напорных рукавов осуществляется чаще всего нагретым воздухом. Это позволяет сократить время процесса. Однако, температура теплоносителя в современных сушилках находится в пределах от 50 °С до 70 °С в зависимости от конструкции рукава и формы связи влаги с материалом. Но и в условиях повышенной температуры теплоносителя интенсивность процесса достигается не во всех сушильных устройствах. В настоящее время выпущено большое количество сушильного оборудования, но большинство пожарно-спасательных частей им не обеспечено.

При принудительной сушке материалов возможно применение двух способов подвода тепла к материалу: кондуктивный и конвективный.

Кондуктивный способ сушки осуществляется посредством соприкосновения материала с горячей поверхностью сушильных цилиндров. Сушильные цилиндры обогреваются паром, поскольку газовый обогрев нецелесообразен. Данный способ подвода тепла не применяется для сушки напорных пожарных рукавов.

Конвективный способ сушки осуществляется в устройствах при обдуве рукавов горячим воздухом. Обдув может осуществляться как с внешней, так и с внутренней стороны рукава. Достоинствами конвективного способа сушки являются простота конструкции и сравнительно невысокая стоимость оборудования, а недостатками - высокий удельный расход тепла, сравнительно низкая интенсивность теплообмена между сушильным агентом и поверхностью высушиваемого материала, и, следовательно, повышенная длительность процесса.

Одним из устройств [1] для конвективной сушки напорных пожарных рукавов является устройство показанное на рис. 1. Достоинствами данной сушилки являются малые габариты, короткое время сушки от 40 до 80 минут в зависимости от количества высушиваемых рукавов. Основными частями данного устройства являются радиальный вентилятор с электроприводом от однофазного электродвигателя мощностью до 1,5 кВт. Корпус устройства, поворачиваемый, изготовлен из стали с добавлением цинка, которая покрывается материалами из качественного полимера.



Рис. 1. Устройство для конвективной сушки напорных пожарных рукавов

Сушка рукавов может также осуществляться в барабанной сушилке (рис. 2), которая представляет собой камеру 4 с вращающимся в ней барабаном 8. Привод барабана осуществляется от электродвигателя 1 через червячный редуктор 2 и цепную передачу 3. Рукава наматываются на барабан, а один конец рукавной линии подсоединяется к штуцеру 9 для подвода внутрь рукавов горячего воздуха [2].

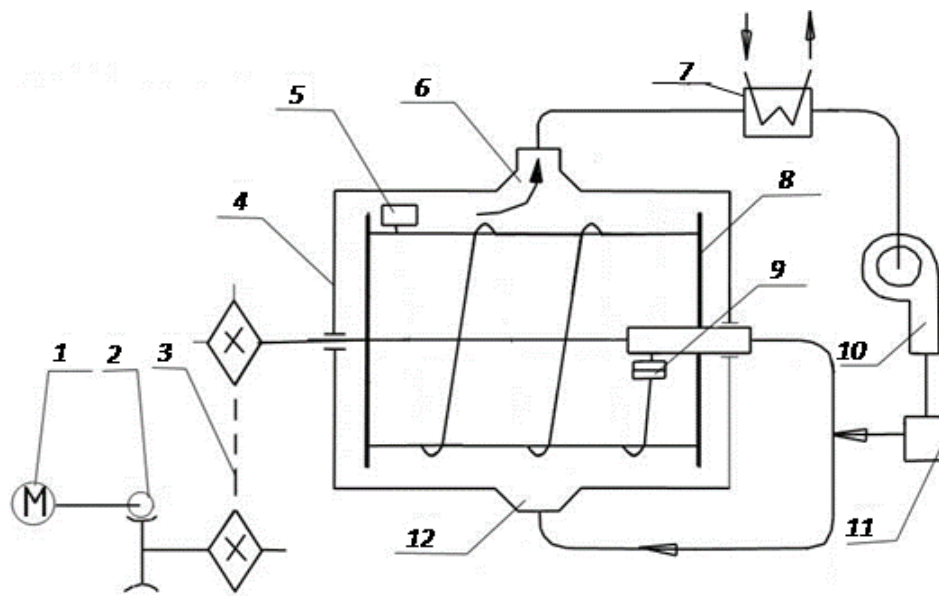


Рис. 2. Барабанная сушилка

1 – электродвигатель; 2 – червячный редуктор; 3 – цепная передача; 4 – цилиндрическая камера; 5 – рукав; 6 – выпускное отверстие; 7 – конденсатор; 8 – барабан; 9 – штуцер; 10 – вентилятор; 11 – подогреватель; 12 – приемное отверстие

При отсутствии специализированного оборудования сушку напорных пожарных рукавов осуществляют в башенных и камерных сушилках.

Башенная сушилка должна иметь калорифер или другие приборы для подогрева воздуха. Рукава необходимо размещать равномерно по всему сечению шахты. Вместимость башенных сушилок ограничивается 45 рукавами. Скорость теплоносителя составляет порядка 4 м/с, а время сушки составляет до трех суток. Недостатками башенных сушилок являются низкий КПД, неравномерность распределения теплоносителя по сечению шахты.

В камерных сушилках рукава сушат свернутыми в свободную скатку с зазорами 20 - 25 мм между витками.

Также известен вакуумно-температурный метод напорных пожарных рукавов, который основан на принципе интенсивного испарения жидкостей при повышенной температуре в условиях пониженного давления окружающей среды. Авторами приведены результаты экспериментальной отработки технологии и выбора оптимального времени вакуумно-температурной сушки пожарных рукавов [3].

Естественная сушка рукавов может проводиться вне помещения при температуре воздуха +20°C и выше при относительной влажности не выше 80%. Рукава развешиваются или раскладываются на решетчатый наклонный стеллаж. При этом они должны быть надежно защищены от прямого действия солнечных лучей и осадков;

При естественной сушке в помещениях с достаточно нагретым воздухом или с теплоизлучающими приборами рукава располагаются на решетчатых стеллажах, на расстоянии не менее одного метра от них. В обоих случаях продолжительность сушки не должна превышать 24 часов.

В нашем случае для решения задачи по сушке напорных пожарных рукавов необходимо проведение исследований кинетики процесса с нахождением коэффициентов тепло- и влагопереноса, определение основных технологических параметров и разработки математической модели. Решение данных задач в дальнейшем позволит перейти эскизному проекту сушильной установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интернет-ресурс: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/ustanovka-dlya-sushki-rozharnux-rukavov>.
2. Пожарная техника: Учебник / Под ред. М.Д. Безбородько - М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. - 550 с.
3. *Елфимова М. В., Архипов Г. Ф.* Вакуумно-температурная сушка пожарных рукавов / Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2010. Т. 8. № 4. С. 8-13.

УДК 614

А. О. Семенов, О. Н. Белорожев, В. Е. Иванов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЖАРНО-ТАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Автоматизация решения пожарно-тактических задач подразумевает наличие жесткой структуры решения каждой задачи, а, следовательно, и возможность формирования конкретных требований к результатам ее решения. Таким образом, для разработки научно-обоснованных предложений по автоматизации пожарно-тактических задач в системе профессиональной подготовки специалистов в области пожаротушения необходимо создать комплекс моделей и алгоритмов для автоматизации процесса решения данных задач.

Ключевые слова: обучение, автоматизация, тест, программа.

A. O. Semenov, O. N. Belorogev, V. E. Ivanov

ALGORITHM OF AUTOMATION OF FIRE-TACTICAL TASKS

Automation of fire-tactical tasks solution implies the existence of a rigid structure for solving each problem, and, consequently, the possibility of forming specific requirements to the results of its solution. Thus, for development of scientifically grounded offers on automation of fire tactical tasks in system of professional training of specialists in the field of fire extinguishing it is necessary to create a complex of models and algorithms for automation of process of the decision of these tasks.

Keywords: training, automation, test, program.

Тактическая подготовка специалистов в области пожаротушения является одним из важнейших направлений совершенствования процессов управления силами и средствами пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров. При этом особое внимание уделяется вопросам развития «тактического мышления» и навыков оперативного принятия рациональных решений. В свою очередь не маловажным этапом тактической подготовки является контроль за усвоением изученного материала. В этом контексте важна унификация и консолидация существующих задач, включая методики их решения. Для решения вопросов унификации, консолидации и гармонизации пожарно-тактических задач необходимо процесс их решения автоматизировать.

Автоматизация решения пожарно-тактических задач подразумевает наличие жесткой структуры решения каждой задачи, а, следовательно, и возможность формирования конкретных требований к результатам ее решения. Таким образом, для разработки научно-обоснованных предложений по автоматизации пожарно-тактических задач в системе профессиональной подготовки специалистов в области пожаротушения необходимо создать комплекс моделей и алгоритмов для автоматизации процесса решения данных задач. Результаты работы позволят автоматизировать процесс решения пожарно-технических задач с использованием современных тестирующих компьютерных программ. Использование результатов данной работы в современных тестирующих программах позволит обрабатывать задачи как самостоятельно, так и в составе учебных групп. Анализ современных программных средств для автоматизации решения задач, включая тестовые программы, позволяет условно выделить три основных способа использования программы – режимы работы: *обучение, экзамен и тестирование* (рисунок).

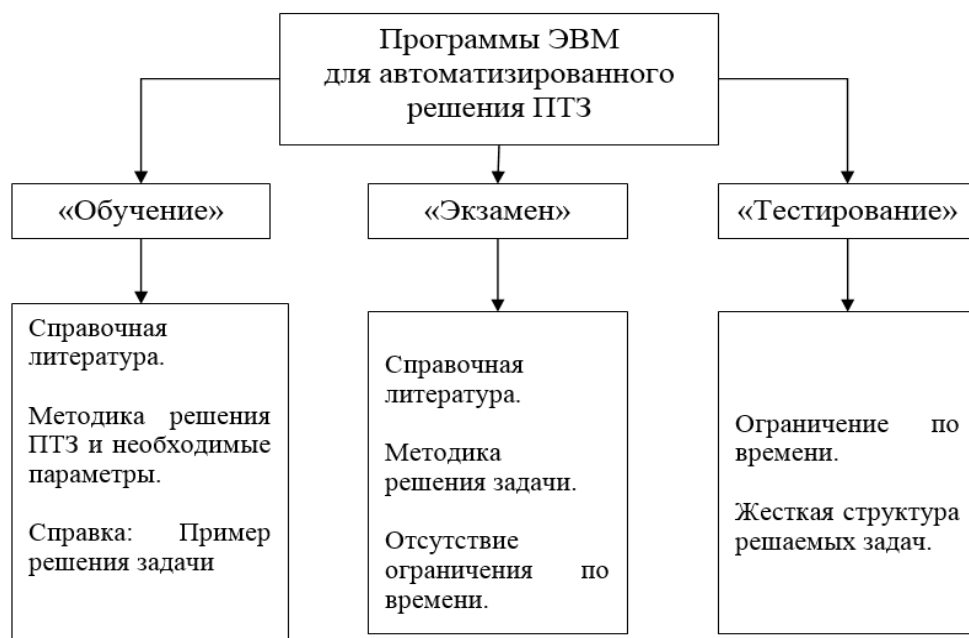


Рисунок. Алгоритм автоматизации пожарно-тактических задач

При решении задач в режиме «Обучение» реализуется поэтапное вычисление искомых параметров в соответствии с условием и исходными данными. При этом пользователю доступны формулы для выполнения каждого действия. В случае ввода

неправильного значения высвечивается значок «не верно» и пользователь имеет возможность исправить свой ответ. В любой момент при решении задачи пользователь может обратиться к файлу справки, в котором рассмотрен пример решения задачи.

В режиме «Экзамен» пользователю не предоставляется расчётная формула и файл справки. В данном режиме использования тестирующий программ пользователю предоставляется лишь условие задачи и указываются правильные ответы, в случае если он ошибся в промежуточных расчетах.

В режиме «Тестирование», возможно объединить несколько задач и создать задание, в котором они последовательно будут решаться пользователем. Важным аспектом реализации режима «Тестирование» является ограничение по времени выполнения задания.

Исходя из анализа специфики алгоритмизации пожарно-тактических задач, можно сделать вывод, что методика ее решения сводилась к линейному алгоритму, в котором последовательно выполнялись вычислительные операции. Поэтому всю совокупность параметров задачи необходимо разделить на: параметры исходных данных; промежуточные вычислительные параметры; итоговые параметры. При этом параметры исходных данных могут быть сгенерированы с использованием датчика псевдослучайных чисел. В свою очередь к линейным алгоритмам могут быть сведены методики решения пожарно-тактических задач по следующим тематикам:

- расчет геометрических параметров пожара на заданный временной интервал;
- расчет необходимого количества приборов подачи огнетушащих веществ;
- оценка тактических возможностей сил и средств пожарно-спасательных подразделений;
- определение необходимого количества пожарно-спасательных подразделений при организации пожаротушения в безводных районах местности, а также при неудовлетворительном водоснабжении [1,2,3,4].

Материалы, представленные в статье, позволят выбрать подход к автоматизации пожарно-тактических задач с учетом специфики использования тестирующих программных средств, а также сформировать перечень тематик пожарно-тактических задач, которые могут быть автоматизированы [5-9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Наумов А.В.* Сборник задач по основам тактики тушения пожаров: учебное пособие / А.В. Наумов, Ю.П. Самохвалов, А.О. Семенов; под общ. ред. М.М. Верзилина. - Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2008. -184 с.
2. *Новиков А.М.* Сборник задач олимпиады по пожарной тактике: учебное пособие / А.М. Новиков, Э.А. Василевич, В.А. Смирнов, Д.В. Тараканов и др. // Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2012. – 120 с.
3. *Тараканов Д.В.* Оперативно-тактические задачи. Методика, примеры / В.В. Тербнев, Д.В. Тараканов, В.А. Грачев, А.В. Тербнев // Екатеринбург: ООО «Издательство Калан», 2010. – 406 с.
4. *Тербнев В.В.* Расчет параметров развития и тушения пожаров – Екатеринбург: ООО «Издательство Калан», 2011. – 460 с.
5. *Тараканов Д.В.* Компьютерное моделирование процессов развития и тушения пожаров в зданиях / Д.В. Тараканов, Е.С. Варламов, М.В. Илеменов // Технологии техносферной безопасности. 2014. № 5 (57). С. 15.

6. *Тараканов Д.В.* Компьютерная модель ликвидации пожаров для тактической подготовки пожарных / Д.В. Тараканов, И.Ф. Саттаров // Технологии техносферной безопасности. 2014. № 6 (58). С. 14.

7. *Теребнев В.В.* Методика принятия управленческих решений при тушении пожара в условиях многокритериальности / В.В. Теребнев, В.А. Грачев, Д.В. Тараканов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2009. № 4. С. 35-43.

8. *Иванов В.Е.* Особенности использования электронных учебных изданий / В.Е. Иванов, И.А. Легкова, С.А. Никитина, А.А. Покровский // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. Воронеж. 2015. № 3 (16). С. 52-55.

9. *Киселев В.В.* Применение интерактивных форм обучения для развития профессионально-деловых качеств курсантов / В.В. Киселев, В.Е. Иванов, И.А. Легкова // Новейшие достижения в науке и образовании: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Смоленск. 2016. С. 133-135.

УДК 614

А. О. Семенов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ТУШЕНИИ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

Разработка автоматизированной системы поддержки принятия решений при тушении природных пожаров позволит совершенствовать систему управления пожарно-спасательными подразделениями. Данная автоматизированная система представляет собой совокупность логически взаимосвязанных функциональных информационных подсистем.

Ключевые слова: управление, поддержка принятия решений, природный пожар.

A. O. Semenov

DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEM OF SUPPORT OF DECISION MAKING AT SUPPRESSION OF NATURAL FIRES

Development of automated system of support of decision-making at suppression of natural fires will help to improve the management of fire-rescue units. This automated system is a set of logically interconnected functional information subsystems.

Keywords: management, decision support, wildfire.

В настоящее время эффективное управление пожарно-спасательными подразделениями при тушении крупных природных пожаров складывается из множества задач, которые необходимо решить руководителю тушения пожара в условиях ограниченного времени. К ним относятся: расчет необходимых сил и средств и оценка их возможностей, определение оптимального порядка их применения, а так же организация взаимодействия со службами различных министерств и ведомств.

На качество процесса управления влияет множество различных факторов:

- необходимость постоянно проводить разведку в условиях меняющейся оперативной обстановки;
- постановка задач и контроль их выполнения;
- высокая ответственность принимаемых в условиях сложной обстановки решений;
- соответствие принимаемых решений нормативным документам;
- поддержание постоянного взаимодействия с обеспечивающими и взаимодействующими организациями.

Таким образом, на руководителя тушения пожара ложится большой объем функций, влияющий на вероятность принятия безошибочного решения, а именно прогноз возможных событий, расчет группировки сил и средств, оптимальные управленческие решения и алгоритмы действий привлекаемых сил и средств, комплекс мероприятий по их выполнению и т.д. В целях принятия правильных решений используются соответствующие расчеты, позволяющие реально оценить обстановку на пожаре. При их выполнении следует учитывать параметры условий окружающей среды и пожара, а также использование средств тушения и управления. Параметры условий среды и пожара позволяют прогнозировать развитие природного пожара и его характер. А параметры средств тушения и управления позволяют планировать действия по тушению пожара.

Тактические расчеты, используемые на практике непосредственно участниками тушения пожара, могут быть эффективны при условии простоты вычислений, их быстроты и точности. В связи с чем, одной из наиболее важных задач стратегического планирования становится точность расчетов и реальность их в случае применения. Решение таких задач требует современного подхода, как в расчетной части, так и в аппаратной. Моделирование распространения природных пожаров и применения сил и средств для их тушения, требует разработки программно-аппаратных комплексов поддержки принятия решений включающих в себя инструменты моделирования пожаров. Применение современной вычислительной техники позволяет создавать автоматизированные системы поддержки принятия решений.

Создание математических моделей и применение их в комплексе с имитационным моделированием на современных вычислительных машинах является перспективным направлением развития систем не только поддержки принятия решений, но и прогнозирования развития природных пожаров и планирования необходимых действий по их ликвидации. Что является основой для разработки средств автоматизации процессов управления силами и средствами различных уровней реагирования [1,2].

В связи с необходимостью параллельного решения нескольких задач при расчете требуемых сил и средств, наиболее предпочтительной концепцией средств автоматизации является построение автоматизированной системы как совокупности логически взаимосвязанных функциональных информационных подсистем, основывающихся на общей концепции совершенствования информационного обеспечения органов управления силами и средствами на пожаре.

Для создания такой системы необходимы следующие основные условия:

- система должна создаваться как совокупность функциональных информационных подсистем (модулей), объединенных общей целевой функцией и охватывающих все направления работы руководителя тушения пожара и оперативного штаба на месте пожара;

- система должна обладать свойством адаптации к стилю и методам, применяемым конкретными пользователями;
- программное обеспечение системы должно предусматривать возможность агрегирования информации по уровням управления;
- технические средства и программное обеспечение задач, реализуемых в системе, должны предусматривать максимальные удобства для пользователей информации.

Создание автоматизированной системы поддержки принятия решений при тушении природных пожаров как совокупности функциональных информационных подсистем позволяет вести внедрение последовательно, по мере разработки каждой конкретной подсистемы.

При создании автоматизированной системы целесообразно выделить следующие необходимые функциональные модули:

- исходная информация;
- прогнозирование оперативной обстановки;
- расчёт геоинформационных параметров;
- расчёт необходимых для тушения пожара сил и средств;
- база данных;
- организация взаимодействия подразделений;
- проектирование системы управления;
- разработка рекомендаций должностным лицам на пожаре.

Использование автоматизированной системы поддержки принятия решений при тушении природных пожаров позволит совершенствовать систему управления тушением крупного природного пожара на основе создания математических моделей и применение их в комплексе с имитационным моделированием на современных вычислительных машинах. При этом инструменты, заложенные в такую систему автоматизации должны позволять выполнить расчет не только на стратегическом уровне, но и проводить оперативно-тактические расчеты, выполняя роль системы поддержки принятия решений руководителя тушения пожара [3,4,5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенов А.О., Тараканов Д.В. Алгоритм многокритериального выбора вариантов расстановки сил и средств при тушении пожаров с применением имитационного моделирования // Технологии техносферной безопасности. 2011. № 4 (38). С. 2.
2. Семенов А.О., Смирнов В.А., Тараканов Д.В., Черепанов Д.А. Математическая модель для выбора вариантов решений по расстановке пожарных подразделений при ликвидации лесных пожаров // Технологии техносферной безопасности. 2011. № 3 (37). С. 6.
3. Семенов А.О., Коричев С.Н. Роль беспилотных летательных аппаратов в системе управления пожарно-спасательного гарнизона при тушении лесного пожара // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны. 2017. С. 109-112.
4. Семенов А.О., Коричев С.Н., Смирнов В.А. Исследование особенностей тушения лесного пожара с использованием имитационного моделирования // Новая наука как результат инновационного развития общества. Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 17 частях. 2017. С. 153-155.

5. Семенов А.О., Коричев С.Н. Особенности использования автоматизированных систем поддержки принятия управленческих решений при тушении лесного пожара // Июльские научные чтения. Сборник научных трудов по материалам III и II Международных научно-практических конференций. 2017. С. 97-99.

УДК 378

А. А. Серебряков, Г. С. Шумнов, В. Е. Иванов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ БАШЕННОЙ СУШИЛКИ

В статье проведен обзор современного программного обеспечения для создания трехмерной модели башенной сушилки для сушки пожарных напорных рукавов.

Ключевые слова: программное обеспечение, трехмерная модель, проект.

A. A. Serebryakov, G. S. Shumnov, V. E. Ivanov

REVIEW OF MODERN SOFTWARE FOR CREATING THREE-DIMENSIONAL MODELS OF TOWER DRYER

The article presents a review of modern software for creating a three-dimensional model of a tower dryer for drying fire pressure hoses.

Keywords: software, 3d-models, project.

В настоящее время существует множество различных программ для создания трехмерных моделей и графической документации. Большое разнообразие систем автоматического проектирования связано с увеличением количества разрабатываемых проектов в различных сферах деятельности человека и повышением требований к качеству и срокам исполнения. Данная тенденция определяет уровень ускорения научно-технического прогресса общества и способствует внедрению в учебный процесс эффективных специализированных программ для решения инженерных задач. Использование в выпускной квалификационной работе современного программного обеспечения для визуализации графической составляющей поднимает проектную работу на качественно новый уровень. Широкий ассортимент систем автоматического проектирования ставит перед разработчиком выбор оптимального решения для выполнения поставленных задач.

Например, при выполнении выпускной квалификационной работы по повышению эффективности обслуживания пожарных рукавов, необходимо создать трехмерную модель башенной сушилки и 2D-чертежи подъемного устройства. Необходимо выбрать оптимальное программное обеспечение, позволяющее создавать как плоский чертеж, так и трехмерную модель. Наиболее подходящие для выполнения поставлен-

ной задачи являются следующие программы: КОМПАС-3D, AutoCAD, Autodesk 3ds Max, ArchiCAD и SketchUP.

Программа КОМПАС-3D (рис. 1) оснащена системой трёхмерного моделирования, универсальной системой автоматизированного проектирования КОМПАС-График, модулем проектирования спецификаций и текстовым редактором. Данная программа наиболее подходит для создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц пожарной и аварийно-спасательной техники. Основные компоненты КОМПАС-3D имеют русскоязычный интерфейс и справочную систему, они просты в освоении.

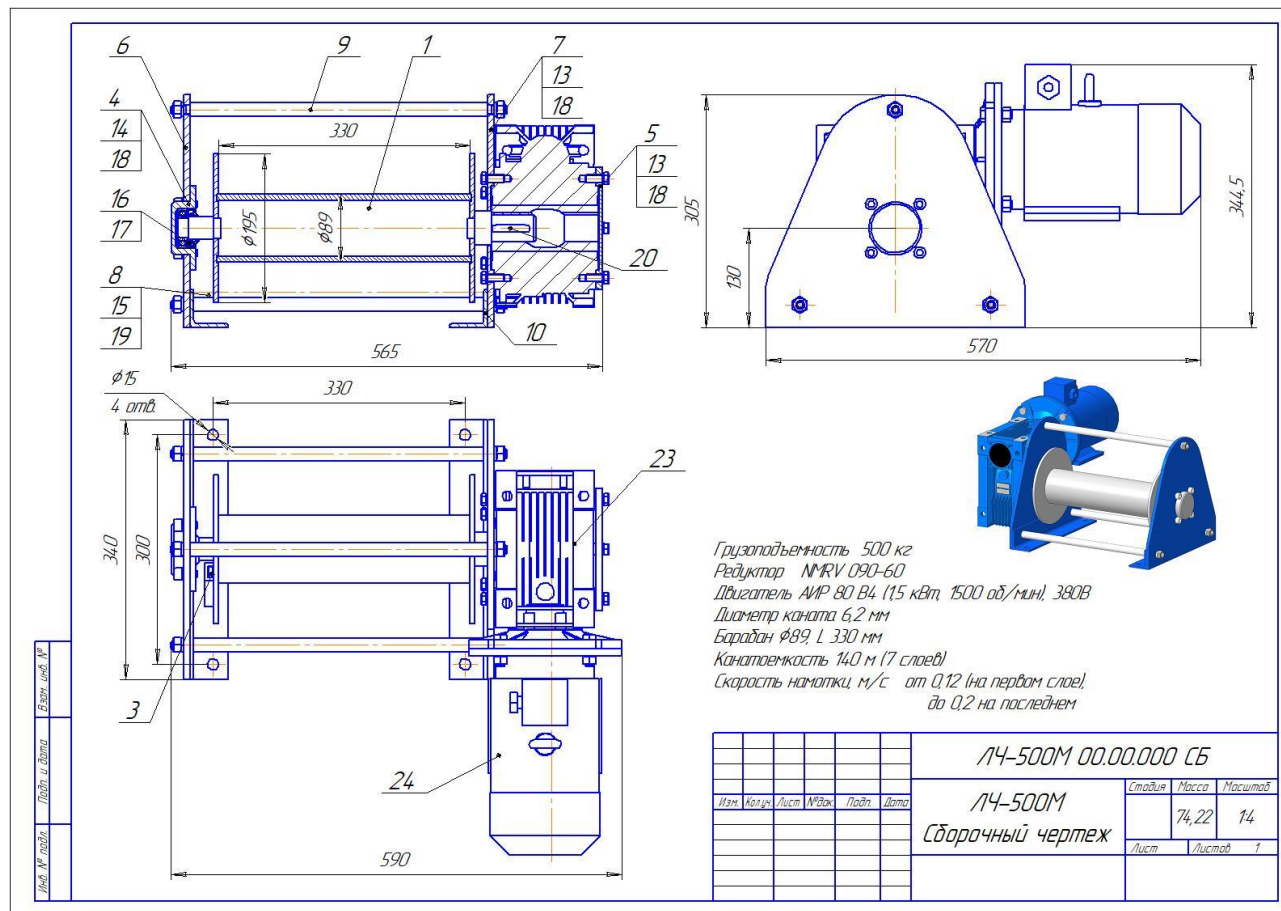


Рис. 1. Интерфейс программы КОМПАС-3D при создании чертежа

КОМПАС-3D – программа, которая очень проста в управлении, у нее простой и удобный интерфейс, установлены различные библиотеки, с помощью которых можно проектировать или чертить исполнительные схемы водопровода, газопровода, электрики и др. Очень удобный вывод на печать любых форматов. Удобство в выборе масштаба.

Следующий программный продукт Autodesk 3ds Max широко применяется дизайнерами, архитекторами, специалистами игровой индустрии, телевизионщиками, кинематографистами и другими пользователями, работающими с 3D-графикой (рис. 2). Такое распространение данной программы позволяет новичкам в области трехмерного моделирования изучить ее в достаточно короткие сроки, т.к. в сети ин-

тернет существует огромное количество обучающего материала по 3ds Max. Еще одной причиной популярности данного приложения является его огромный инструментарий и большая база плагинов различной направленности, например: с помощью Dreamscapе можно моделировать прекрасные природные ландшафты; дополнительные движки по визуализации Maxwellrender, V-ray или Finalrender выдвигают программу на новый уровень создания реалистичной анимации.

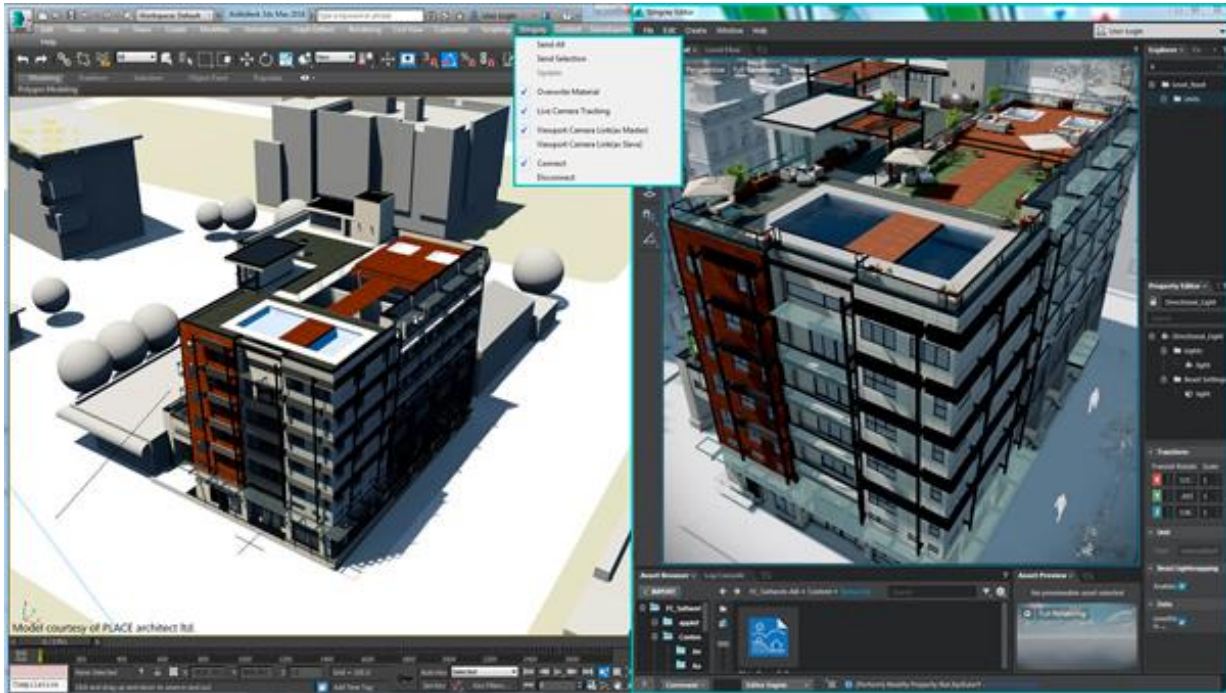


Рис. 2. Интерфейс программы Autodesk 3ds Max

Программа AutoCAD одна из наиболее приспособленных из существующих, для выполнения графической части выпускной квалификационной работы, так как способна качественно работать в самых различных областях технического проектирования. С помощью данной программы можно выполнять практически все виды чертежных работ, необходимых для графического сопровождения дипломного и технического проектирования, так же позволяет создавать трехмерные модели различной сложности.

Программа SketchUp является приложением для трехмерного проектирования разных объектов с набором профессиональных функций. Она дает возможность создавать модели автомобилей и различного оборудования, выполнять архитектурно-строительные проекты и многое другое. SketchUp распространяется бесплатно для преподавателей и обучающихся учебных заведений и отлично подойдет для тех, кто профессионально занимается проектированием в различных отраслях. В его возможности входит создание хороших трехмерных моделей различных предметов и объектов. С помощью этой программы можно создать проект пожарного автомобиля или учебно-тренажерного комплекса для подготовки пожарных и спасателей, а также разработать детали аварийно-спасательного инструмента.

Программа ArchiCAD ориентирована на проектирование зданий и сооружений. Одним из главных преимуществ данной программы является технология «виртуального здания», с помощью которой можно работать не с отдельными, не связанными между собой чертежами, а над всем проектом в целом. Например, изменяя в 3D окне какие-либо элементы, программа автоматически перестраивает 2D-чертежи с планами и фасадами сооружения. Данный программный продукт позволяет одновременно работать над созданием проекта и составлять сопутствующую строительную документацию, так как программа хранит информацию о проектируемом здании: планы, разрезы, перспективы, перечень необходимых стройматериалов, а также замечания разработчика, сделанные в процессе работы. На любом этапе работы можно увидеть проектируемое здание в трехмерном виде, в разрезе, в перспективе, сделать анимационный ролик.

Таким образом ArchiCAD является наиболее оптимальным решением для проектирования башенной сушилки, так как обладает большой библиотекой различных объектов, необходимых для создания 3D-моделей зданий и сооружений, а также позволяет создавать 2D-чертежи без привлечения сторонних графических редакторов. Встроенный инструмент для реалистичной визуализации проекта поддерживает сохранение файлов в видео и фото формат для последующего использования в презентационном материале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов В.Е.* Инженерно-проектировочные решения для разработки типового класса подготовки пожарных-спасателей // В.Е. Иванов, В.В. Киселев, П.В. Пучков, И.А. Роммель / Фундаментальные и прикладные вопросы науки и образования: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. Смоленск. 2016. С. 27-29.
2. *Иванов В.Е.* Трехмерное моделирование как одно из направлений информатизации учебного процесса // В.Е. Иванов, С.А. Никитина, В.П. Зарубин / Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. Воронеж. 2014. Т. 2. № 1 (5). С. 36-38.
3. *Иванов В.Е.* Трехмерная графика и область ее применения в учебном процессе // В.П. Зарубин, В.Е. Иванов / Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. Санкт-Петербург. 2015. № 12-3. С. 107-109.
4. *Легкова И.А.* Использование трехмерной графики при изучении устройства узлов механизмов // И.А. Легкова, В.П. Зарубин, В.Е. Иванов / Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 85-летию Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени Д.К. Беляева. Иваново. 2015. С. 140-143.
5. *Иванов В.Е.* Внедрение 3D технологий в учебный процесс. // В.Е. Иванов, И.А. Легкова, А.А. Покровский, В.П. Зарубин, Н.А. Кропотова / Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Современное научное знание: теория, методология, практика» в 3-х частях. ООО «Новаленсо». Смоленск, 2016. С. 37-39.
6. *Легкова И.А.* Визуализация учебного материала средствами системы КОМПАС-3D // И.А. Легкова, С.А. Никитина, В.П. Зарубин, В.Е. Иванов / Современные проблемы высшего образования: материалы VII Международной научно-методической конференции. С.Г. Емельянов (отв. редактор). Курск. 2015. С. 34-38.

7. Киселев В.В. Применение интерактивных форм обучения для развития профессионально-деловых качеств курсантов // В.В. Киселев, В.Е. Иванов, И.А. Легкова / Новейшие достижения в науке и образовании: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Смоленск. 2016. С. 133-135.

8. Кропотова Н.А. Формирование компетентного специалиста для работы в экстремальных условиях. / Н.А. Кропотова. // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) 2016. № 54. Т. 2. С. 293-296.

УДК 614.84

А. А. Серебряков, К. Н. Архангельский, В. Е. Иванов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СУШКИ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

В данной статье приведен обзор современного оборудования для сушки пожарных рукавов, используемых в России и за рубежом. Одним из важных элементов в системе обслуживания пожарных рукавов является их сушка после каждого использования.

Ключевые слова: пожарный напорный рукав, сушка, пожарное оборудование.

A. A. Serebryakov, K. N. Arkhangelskiy, V. E. Ivanov

MODERN EQUIPMENT FOR DRYING HOSES

This article provides an overview of modern equipment for drying fire hoses used in Russia and abroad. One of the important elements in the fire hose maintenance system is their drying after each use.

Keywords: fire discharge hose, dewatering, fire-fighting equipment.

Пожарным напорным рукавам (ПНР) в оборудовании пожарных автомобилей принадлежит особая роль. Пожарные напорные рукава - это гибкие трубопроводы, по которым осуществляется подача огнетушащих веществ в очаг горения для ликвидации пожаров(рис. 1).

Абсолютное большинство пожаров при использовании пожарных автомобилей тушат, используя для подачи огнетушащих веществ пожарные напорные рукава. В общей номенклатуре пожарно-технического вооружения они по количеству занимают первое место.

Для ликвидации пожаров на вооружении в ГПС МЧС России находится большое количество пожарных рукавов, стоимость которых значительна по сравнению с другими видами пожарной техники. Установлено, что на пожарах напорные рукава



Рис. 1. Пожарный напорный рукав

используются значительно чаще, чем другие виды пожарного оборудования. При этом 85% отказов пожарной техники приходится на долю пожарных рукавов. Поэтому качественное и своевременное обслуживание напорных пожарных рукавов, позволяют поддерживать их техническое состояние, что в значительной степени повышает готовность и оперативность подразделений МЧС России. Количество напорных пожарных рукавов разного диаметра применяется на пожарах неодинаково. Так, напорные пожарные рукава диаметром 51 мм используются на 75-78% пожаров, напорные пожарные рукава диаметром 77 и 66 мм - на 12%. Большинство централизованных гарнизонных рукавных баз в настоящее время ликвидировано, и функции обслуживания пожарных рукавов возлагаются непосредственно на каждое пожарное подразделение.

Существующая система обслуживания напорных пожарных рукавов требует значительного времени для постановки пожарных рукавов в расчет. Слабым звеном в существующей системе обслуживания является сушка пожарных рукавов. Это наиболее продолжительный, трудоёмкий и энергоёмкий процесс. Для полного высыхания рукавов в сушилке башенного типа в зимний период требуется до трёх суток, в летний период - в зависимости от погоды и влажности - регулярный визуальный контроль. Для обеспечения сушки двух рукавов в сушилке барабанного типа от одного часа до трёх требуется соответственно от 8 до 24 кВт электроэнергии только для работы калориферов. При этом производители сушильного оборудования для обеспечения полного просушивания в нормативный срок зачастую завышают температуру в сушильной камере до 60° и выше, что противоречит требованиям «Методического руководства по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов», т.к. приводит к необоснованному старению материалов, рукава пересыхают, значительно сокращается срок их службы.

На данный момент существует огромное количество разнообразных установок для сушки пожарных рукавов. Но особого внимания заслуживает шкаф ШСПР 2. В нашей стране такое оборудование пользуется популярностью. Обусловлено это теми особенностями, какими выделяется, представленный на (рис. 2).

Шкаф для сушки изготовлен из качественного металла. Именно поэтому грамотно подготовленный корпус выделяется повышенным уровнем прочности, устойчивостью к износу и механическим воздействиям. На основные показатели не оказывает влияние ни повышенный уровень влажности, ни температурные колебания, ни химические вещества. Именно поэтому пользоваться таким устройством можно в разных условиях.

Благодаря тому, шкаф для сушки выделяется уникальной конструкцией, его можно применять активно на протяжении длительного времени. Кстати, на период эксплуатации продолжительное использование не влияет. Уже в более современных шкафах укомплектовываются панелью управления. Все эти функции дают возможность контролировать процесс, корректировать температурный уровень. Время использования эксплуатации данной установки для сушки пожарных рукавов продолжителен. Сушильный шкаф вместителен, удобен. Поэтому никаких проблем с расположением пожарных рукавов, их извлечением не возникает. При этом можно распо-



Рис. 2. Шкаф ШСПР 2

лагать несколько пожарных рукавов одновременно. И этот никак на процессе сушки не отразится.

Следующая установка для сушки пожарных рукавов TG-812 состоит из радиального сушильного вентилятора с трехфазным электродвигателем переменного тока с фланцевым соединением и спускным соплом (рис. 3). Поставляются три вида конструкции - с 2 или 4 рукавными соединениями размера 77 мм. Можно сушить противопожарные рукава размеров 51, 66 и 77 мм. Температура контролируется с помощью контрольно-предохранительного термореле. При максимальной тепловой мощности 6 кВт четыре рукава сохнут в течение приблизительно 2 часов.

Так же хорошими сушильными свойствами обладает сушильный шкаф STS-820 (рис. 4). Он служит для сушки 10 пожарных рукавов одновременно.



Рис. 3. Установка для сушки пожарных рукавов TG-812



Рис. .4. Шкаф сушильный STS-820 (-821)

Сушильный шкаф состоит из вертикальных и горизонтальных алюминиевых профилей и корпуса, которые дополнительно покрыты меламином. Благодаря использованию акрилового стекла осуществляется оптимальное управление процессом сушки без открытия двери. Таким образом не возникает потери высокой температуры, которая автоматически контролируется на уровне 60 градусов. 10 гальванизированных решеток могут быть легко перемещены или удалены для использования шкафа для сушки других предметов (одежда, обувь, перчатки и т.д.). Нагревание происходит с помощью радиального вентилятора низкого давления и регулируемым ТЭНом, которые установлен на шкафу. Температура регулируется вручную или автоматически безопасным термостатом.

Установка для сушки пожарных рукавов СР-3 предназначена для сушки пожарных рукавов всех типоразмеров после нахождения их в работе или после мойки (рис. 5). Повышенная мощность установки позволяет осуществлять сушку рукавов

диаметром 150 мм. Рекомендуется к применению в организациях, производящих сушку большого количества рукавов больших диаметров (диаметром 77 и 150 мм).

Проведенный обзор показал, что в настоящее время существует множество современного оборудования для сушки пожарных рукавов, как в зарубежных странах, так и в России, каждый из которых обладает своими достоинствами и недостатками. Разработка современного оборудования и внедрение в практику деятельности спасательных и пожарных подразделений новейших достижений науки и техники является актуальной задачей.



Рис. 5. Пример подсоединения пожарного рукава диаметром 150 мм к установке для сушки пожарных рукавов СР-3

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51049-2008. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования.
2. *Безбородько М.Д.* Пожарная техника. Учебник. -М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. 550 с.
3. *Елфимова Е.В.* Разработка мобильного комплекса по оперативному восстановлению готовности пожарных подразделений за счёт термовакuumной сушки рукавов // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России. Санкт-Петербург, 2013. 23 с.
4. Методическое руководство по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов.

УДК 658.51

А. А. Сидоров

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРЕХМЕРНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

В статье рассматривается вопрос эффективности трехмерного моделирования в преподавании ряда дисциплин.

Ключевые слова: трехмерное моделирование, пространственное представление, чертеж.

A. A. Sidorov

THE EFFECTIVENESS OF THREE DIMENSIONAL MODELING IN TEACHING STUDENTS OF MECHANICAL ENGINEERING

The given article describes the effectiveness of three dimensional modeling in teaching of some subjects.

Keywords: three dimensional modeling, spatial imagination, drawing.

Современное развитие производственных и информационных технологий выдвигает новые требования к выпускнику высшего учебного заведения. Информационные технологии значительно изменили принципы конструирования промышленных изделий. Процесс разработки изделий стал более интенсивным, значительно увеличилась их надежность и точность. Трехмерное проектирование изделий является одной из актуальных задач производства промышленных изделий. Создание компьютерной модели является аналогом изготовления макета конкретного изделия или первого образца, но практически без затрат материалов, труда и средств.

В настоящее время конструкторская деятельность становится более привлекательной для молодежи. Автоматизированное проектирование выделилось в отдельную отрасль, в результате чего сфера конструирования благодаря высокоточным технологиям стала более эффективной. В учебный процесс технических учебных заведений происходит активное внедрение компьютерных технологий трехмерного моделирования.

Ряд исследователей отмечает, что деятельность студентов с использованием в учебном процессе технических средств обучения базирующихся на современных информационных технологиях является более эффективной и целесообразной.

Заметим, что основным препятствием освоения предметов графического цикла является сложность восприятия проекционного чертежа, так как проекция формируется и понимается в сознании работой мозга, а для обработки графической информации, данной в обобщенном виде, требуется использование не только логического мышления, но и образного. Часто можно заметить, что студенты, анализируя чертеж, затрудняются понять пространственную форму изображенного изделия и не могут сопоставить видимые линии в целостную форму. Образное мышление определяется не только субъективными, врожденными способностями, но и опытом восприятия изображений. С помощью трехмерного моделирования в среде графических пакетов задача визуального представления геометрических объектов значительно упрощается.

На основе проанализированных источников отметим, что компьютерные технологии и трехмерная графика развивают пространственное воображение. Трехмерное моделирование является наиболее наглядным и точным источником информации об объекте. В процессе обучения графическим дисциплинам и компьютерной графике, следует уделить особое внимание формированию пространственного мышления учащихся.

Очевидно, что помимо лучшего визуального представления проектируемых изделий трехмерная графика в значительной степени повышает точность проектирования, особенно сложных объектов, позволяет достаточно легко редактировать трехмерную модель, за счет чего достигается экономия времени на проектирование.

Трехмерное моделирование – это современная технология, позволяющая в точности воспроизвести реальный объект или некий прототип в виртуальном пространстве компьютера. При этом трехмерная модель обладает всеми визуальными свойствами реального прототипа: форма, цвет, фактура, пространственные характеристики, освещение.

Следует отметить, что одним из преимуществ использования в учебном процессе трехмерных моделей является их интерактивность. Интерактивность подразумевает возможность активного взаимодействия студентов и педагогов с виртуальной моделью, с передачей первым визуальных ощущений и восприятий реальной действительности. В отличие от различных статических изображений трехмерная компьютерная модель может быть рассмотрена с любой точки, с ней можно выполнить любые преобразования, приложив при этом незначительные усилия.

Для создания компьютерных моделей и решения заданий учебного характера на занятиях наиболее эффективны и в достаточной степени просты в освоении системы трехмерного моделирования КОМПАС-3D, ArchiCAD, AutoCAD, 3DS Max, каждая из которых создана для выполнения конкретных задач. Современные графические пакеты трехмерного конструирования имеют в своем распоряжении эффективные средства моделирования, которые позволяют создавать трехмерные модели самых сложных деталей и сборок. Часто алгоритм проектирования воспроизводит технологический процесс изготовления детали, узла или механизма.

Подготовка выпускников вузов в сфере конструирования во многом определяется знаниями и навыками их работы с использованием программных инструментальных средств подготовки конструкторской и технологической документации.

Как отмечалось выше, применение компьютерных средств повышает познавательный интерес студентов к учебному материалу, расширяет возможности формирования, углубления и расширения теоретических знаний будущих специалистов, делает учебный процесс более технологическим и более результативным. Использование в учебном процессе специального программного обеспечения позволяет в полной мере реализовать такие принципы, как сознательное выполнение учебных заданий, наглядность, доступность, последовательность учебного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беспалько, В. П.* Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) / В.П. Беспалько. М.: Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2002. – 352 с.
2. *Борисенко И. Г.* Инновационные технологии в преподавании начертательной геометрии при формировании профессиональных компетенций. // Вестник ИрГТУ. 2011. № 12(59). – 398 с.
3. Информационно-коммуникационные технологии в подготовке учителя технологии и учителя физики: сборник материалов научно-практической конференции. Ч. 2. КОМПАС-3D в образовании / отв. ред. А. А. Богуславский. Коломна : Московский государственный областной социально-гуманитарный институт, 2010. – 141 с.

УДК 621

И. Л. Скрипник, С. В. Воронин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА НОВЫХ ОБРАЗЦОВ ТЕХНИКИ

В статье рассматриваются базовые составляющие технического уровня разработок нового изделия. На основе способов и моделей их расчета, графо-аналитического представления, с учетом модели уточненной лимитной стоимости изделия, разработана методика выбора новых образцов.

Ключевые слова: базовые составляющие, технический уровень, конкурсный механизм, методика, заказчик, разработчик.

I. L. Skrypnik, S. V. Voronin

DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR SELECTION OF NEW EQUIPMENT

The article discusses the basic components of a technological level of development of a new product. On the basis of methods and models for their calculation, the graph-analytical representation, the light of the model specified limit value of the product, developed the technique of choosing new samples.

Keywords: basic components, technological level, the competitive mechanism, methodology, customer, developer.

Одним из способов увеличения эффективности подготовки новых образцов техники, является использование конкурсного механизма заказов, при котором в качестве критерия оценки должен выступать технический уровень (ТУ) изделия [1,2]. Проведенный анализ показал, что в качестве базовых составляющих, позволяющих в реальных условиях конкурса оценить ТУ новых разработок, могут выступать [3-7]:

- качество разработки;
- новизна технических решений (ТР);
- функциональная организованность;
- конструктивная организованность;
- современная технология производства;
- безотказность изделия как составная часть комплексного показателя надежности.

Данная совокупность базовых составляющих комплексного показателя технического уровня (КПТУ) позволит заказывающему органу оценивать разрабатываемое изделие на этапах:

- формирования функциональной структуры в результате возникновения потребностей в нем, выдвигаемых вышестоящей системой;
- проработки новых принципов действия;
- определения технических решений;

- оптимизации численных параметров, задаваемых в тактико-техническом задании.

В этом состоит новизна разрабатываемой методики оценки и выбора изделий техники.

Разработанные модели и способы расчета базовых составляющих КПТУ, проверены на примере расчета приборов приемно-контрольных пожарных. Полученные их численные значения находятся в одном масштабе измерения и могут быть использованы для описания ТУ изделий, с целью выбора лучшего образца на конкурсной основе.

Проведенный анализ наиболее широко распространенных средневзвешенных оценок показал, что наиболее подходящей, с точки зрения достоверности и объективности получаемых результатов, для лица принимающего решения (ЛПР) является средневзвешенная гармоническая свертка, так как другие средневзвешенные оценки усредняют конечные результаты. Выбор средневзвешенной оценки был выполнен по критерию чувствительности изменения численных значений КПТУ от одной из базовых составляющих.

С учетом допущений и ограничений, установленных в КПТУ целесообразнее рассчитывать по методу «идеального центра» [8].

Для наглядности полученных результатов реализации расчетной процедуры оценки ТУ, предложен графический способ представления полученных значений базовых составляющих в декартовой системе координат в виде многоугольника, который позволит ЛПР повысить объективность выбора лучшей разработки в условиях многоальтернативности [9].

Выигрыш от применения предлагаемой методики, по сравнению с другими, составляет 30-40%, по критерию достоверности оценки, что существенно повышает объективность принятия решения заказчиком новых образцов техники.

Выбор заказчиком лучшего образца, наряду с оценкой ТУ, предполагает оценку затрат заказчика при финансировании конкретной разработки. Поэтому разработана модель расчета стоимости новой разработки, учитывающая инфляционные процессы. После представления разработчиками своих изделий на конкурс, заказывающий орган имеет возможность скорректировать денежные средства, выделяемые на изготовления изделия, т.к. он дополнительно может использовать дынные в виде конкретных численных значений базовых составляющих КПТУ. На основе анализа существующих методов определения затрат, были проанализированы метод корреляционно-регрессионного анализа, в виде построения линейной и нелинейной зависимости, а также метод аналога с различными коэффициентами пересчета. Анализ двух групп методов позволил выбрать метод аналога, так как корреляционно-регрессивный метод обладает большей погрешностью. Поэтому разработана модель уточненной лимитной стоимости образцов.

Разработанные модели со способами расчета базовых составляющих КПТУ и предложенная алгоритмическая структура методики оценки и выбора образцов техники, их графо-аналитическое представление, модель уточненной стоимости разработки позволят выработать обоснованные предложения по оценке и выбору образцов техники. Разработанная методика позволяет сравнивать не только разработки между собой, но и отдельные образцы с лучшими зарубежными аналогами. Однако, в этом случае некоторые базовые составляющие требуют введения дополнительной информации, ограничений и допущений.

Методика направляет разработчиков на производство техники нового поколения, систематизирует их действия и формализует необходимый комплект документов, который они должны представить заказывающему органу. Она ставит в равные условия всех разработчиков. В случае победы одного из разработчиков, заказывающее лицо уточняет лимитную стоимость, согласовывает калькуляционную стоимость разработчика и они приходят к требуемому компромиссу, удовлетворяемому обе стороны.

Предлагаемая методика, модели и способы расчета базовых составляющих КПТУ, модель оценки уточненной стоимости новых образцов являются рекомендательными для ЛПР, так как в зависимости от сложившейся обстановки, и существующих у него ограничений и допущений ЛПР выбирает лучшую разработку по одному из доминирующих критериев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Совершенствование организационного механизма управления разработкой образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 222-224.

2. *О.А. Рыбин, И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Подходы к методологии создания современных образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». № 4 (2017)–2017, С. 133-137.

3. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Модель качества разработки изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 4 (24)–2017, С.35-42.

4. *Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т.* Модель новизны технических решений разработок образцов пожарной техники // Сборник статей по материалам IX Всероссийской научно-практической конференции «Сервис безопасности в России: Опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной жизнедеятельности населения» 27 сентября 2017 года. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, С. 291-296.

5. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Модель функциональной организованности образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 3-2017, С. 16-20.

6. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Способ расчета показателя конструктивной организованности образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 4-2017, С. 10-14.

7. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Анализ пожарной опасности технологических систем по показателям надежности // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 3-2017, С. 33-37.

8. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 2 (22) – 2017. С.36-46.

9. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Обоснование размерности комплексного показателя технического уровня и его графическое представление // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 3 (23)–2017. С.23-27.

УДК 621.313

И. Л. Скрипник, С. В. Воронин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЖАРООПАСНОСТИ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ИЗДЕЛИЯ**

В статье представлен расчет по методике определения пожароопасности изделия, в результате которого выяснено, что разработанное устройство является не пожароопасным.

Ключевые слова: пожароопасный режим, вероятность, короткое замыкание, перегрузка, перенапряжение.

*I. L. Skrypnik, S. V. Voronin***DETERMINATION OF FLAMMABILITY OF ELECTRICAL GOODS**

The article presents the calculation of the method of determining the fire hazard of the product, the result of which is found that the developed device is not fire hazard.

Keywords: fire hazard mode, probability, short circuit, overload, over voltage.

Условие пожаробезопасности любого электротехнического изделия определяется по следующему выражению [1]:

$$Q_{изд} = Q_{н.р.} \cdot Q_{н.з.} \cdot Q_{н.з.} \cdot Q_{в} \leq 10^{-6} . \quad (1)$$

Вычисленная по формуле (1) вероятность $Q_{изд}$ сравнивается с нормативной величиной $10^{-6} \frac{1}{200}$. Электротехническое изделие является не пожароопасным, если полученное значение будет меньше одной миллионной.

Рассмотрим данную методику на примере информационно-измерительного устройства УИИ СКВ, которое имеет блочную структуру и рассматривается как совокупность из трех блоков: монитор механических колебаний (ММК; рабочая станция (РС); блок дополнительных элементов (БДЭ).

Устройство применяется для диагностики технологического оборудования атомных станций [2].

Возникновение пожара в устройстве возникает за счет возгорания в одном из блоков, при этом данное событие не зависит от состояния, рядом находящихся элементов. При определении значения вероятности возникновения пожара (ВВП) исследуют 3 блока устройства. С учетом принятых в [1-3] допущений и ограничений, а также математического аппарата теории вероятности, предполагающим, что отказы в блоках являются независимыми и совместными ВВП можно выразить следующим аналитическим выражением:

$$Q_{np} = f(Q^{ММК} n, Q^{РС} n, Q^{БДЭ} n) \quad (2)$$

где $Q^{ММК}n$ - ВВП в ММК, год⁻¹; $Q^{PC}n$ - ВВП в РС, год⁻¹; $Q^{БДЭ}n$ - ВВП в БДЭ, год⁻¹.
ВВП в ММК рассчитывается как:

$$Q^{ММК}n = f(Q^{ун}n, Q^{М}n18, Q^6n), \quad (3)$$

где $Q^{ун}n$ - ВВП в модуле источника питания (ИП), год⁻¹; $Q^{М}n18$ - ВВП в 18 модулях (М), год⁻¹; Q^6n - ВВП в модуле вентиляции (В), год⁻¹.

ВВП в РС для конкретного пожароопасного режима определяется как:

$$Q^{PC}Pi = f(Q^{PC}Pi, Q^{PC}Pi3, Q^{PC}Pi3, Q^{PC}ei), \quad (4)$$

где i - номер пожароопасного режима, $i=1,2,3$; $Q^{PC}Pi$ - вероятность возникновения пожароопасного режима в РС, год⁻¹; $Q^{PC}Pi3$ - вероятность того, что значение электрической величины находится в пожароопасном интервале, год⁻¹; $Q^{PC}Pi3$ - вероятность несрабатывания автоматических воздушных выключателей, год⁻¹; $Q^{PC}ei$ - вероятность приближения горючего материала к критической температуре, год⁻¹.

По результатам анализа конструкции и состава РС, режимов ее функционирования пожароопасными режимами будут: короткое замыкание (к.з.); повышение переходного сопротивления в контактных соединениях; перегрузка.

Далее определяется ВВП $Q^{БДЭ}П$ в группе БДЭ, состоящей из источника непрерывного питания (ИНП) $Q^{ИНП}П$ и вентилятора потолочного $Q^{ВП}П$.

Вначале определяется ВВП для ИНП ($Q^{ИНП}П$). В качестве пожароопасных режимов характерных для него принимаются: короткое замыкание ($i = 1$); перегрузка ($i = 2$); перенапряжение ($i = 3$).

При расчете ВВП $Q^{ВП}П$ - потолочного вентилятора, пожароопасными режимами будут: к.з.; повышение переходного сопротивления в контактных соединениях; заклинивание подвижных частей.

Для нахождения вероятностных значений используются следующие исходные величины [4,5]:

- статистические данные предприятий-изготовителей по интенсивностям отказов элементов изделия с введением коэффициентов, учитывающих количество неисправностей, определяющих число к.з. в общем количестве пожароопасных режимов;
- среднегодовое процентное распределение пожаров по причинам к.з., перенапряжения и перегрузки в электротехнических устройствах;
- численные значения интенсивности отказов аппаратов защиты, ч⁻¹;
- усредненные по однотипной группе горючих материалов вероятность воспламенения;
- вероятность нахождения горючего материала рядом с предполагаемым источником зажигания;

- время работы изделия в течение года, $t = 1 \text{ год} = 8760 \text{ час}$;

Остальные величины принимаются по справочным данным.

Тогда $Q^{ММК}П = 3,75 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Аналогично определяем ВВП в РС. Она равна $Q^{PC}_{\Pi} = 2,42 \cdot 10^{-8}$.

ВВП в БДЭ равна $Q^{БДЭ}_{\Pi} = 4,6 \cdot 10^{-9}$.

Окончательно ВВП в устройстве рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_{Изд} = Q^{ММК}_{\Pi} + Q^{PC}_{\Pi} + Q^{БДЭ}_{\Pi} - Q^{ММК}_{\Pi} \cdot Q^{PC}_{\Pi} - Q^{ММК}_{\Pi} \cdot Q^{БДЭ}_{\Pi} - Q^{PC}_{\Pi} \cdot Q^{БДЭ}_{\Pi} + Q^{ММК}_{\Pi} \cdot Q^{PC}_{\Pi} \cdot Q^{БДЭ}_{\Pi}$$

$$Q_{Изд} = 2,98 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1} < 10^{-6} \text{ год}^{-1}.$$

Таким образом, используя представленную методику в ГОСТ 12.1.004-91*. определили, что разработанное устройство считается не пожароопасным. Произведенные вычисления показали, что ВВП рассматриваемого устройства меньше нормативного значения - 10^{-6} , указанного в требованиях нормативных документов [1,6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.004-91* ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
2. Разработка методики расчета и оценка надежности устройства информационно-измерительного системы контроля вибрации (УИИ СКВ) с учетом комплектов ЗИП: Технический отчет/ СПб Институт надежности машин и технологий. – СПб. Сосновый Бор, 2006. – 66с.
3. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Расчет вероятности возникновения пожара от электрического изделия // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере, № 1 (41)-2017, С. 50-59.
4. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Анализ пожарной опасности технологических систем по показателям надежности // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 3-2017, С. 33-37.
5. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Технические решения задачи согласования критериев безопасности в электрических сетях // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере, № 2 (42)-2017, С.110-117.
6. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г № 123 – ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями от 29 июля 2017 года).

УДК 378.147

И. Л. Скрипник, С. В. Воронин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ВУЗЕ

В статье рассматриваются особенности обеспечения образовательного процесса – организацию практических занятий и самостоятельной работы: назначение, цель, форма, этапы, содержание, мотивация для обучающихся, учебно-методическое обеспечения для их проведения.

Ключевые слова: организация, практические занятия, преподаватель, обучающийся, цель, раздел, самостоятельная работа, мотивация, вид, форма, контроль.

I. L. Skrypnyk, S. V. Voronin

ORGANIZATION OF PRACTICAL CLASSES AND INDEPENDENT WORK OF STUDENTS IN HIGH SCHOOL

The article discusses the features of the educational process—the organization of practical training and independent work: appointment, purpose, form, stages, content, motivation for students, educational and methodological support for their conduct.

Keywords: organization, practical classes, teacher, student, purpose, section, independent work, motivation, type, form, control.

Одной из основных составляющих повышения эффективности образовательного процесса является организация и проведение всех видов занятий и самостоятельной работы.

Организация практических (групповых) занятий

Неотделимой частью процесса обучения является изучение морально-деловых и формирование личностно-значимых качеств самого обучающегося.

Осуществляется это в основном на практических (групповых) занятиях. Значимость практических занятий выделяется особо, так как они являются основным видом будущей деятельности сотрудников ГПС в период прохождения службы [1].

Работая на практических занятиях, обучающийся имеет возможность остановиться, поразмыслить, вернуться обратно, повторить, проверить, осмыслить, а затем двигаться дальше, изучая материал. Большую роль при этом следует уделять демонстрации выполнения упражнений на личном примере (преподавателя).

Все практические занятия проводятся под руководством профессорско-преподавательского состава (ППС). В ходе их проведения ППС и обучающийся могут одновременно отрабатывать один и тот же норматив (решать различные задачи). При этом особое внимание уделяется мерам безопасности. Во время инструктажа по охране труда руководитель занятия должен указать на опасные моменты и меры предосторожности, недопустимость нарушения правил эксплуатации оборудования [2].

Практические занятия должны стать фундаментом в становлении будущего сотрудника при выполнении им своих служебных обязанностей после окончания ВУЗа и обеспечивать становление личностно-значимых качеств.

Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа (подготовка) обучающихся осуществляется с целью более полного изучения и закрепления материала проведенного занятия, приобретения навыков индивидуальной работы, включающей отработку заданий, работу с нормативной, руководящей и учебной литературой, подготовку к следующему занятию.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания.
3. В библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и творческих задач.

Мотивация самостоятельной работы проявляется в:

1. Полезности выполняемой работы, при этом важно психологически настроить обучающегося, показать ему, как необходим этот вид деятельности.
2. Реализации интенсивности проведения учебных занятий, при определяющей и доминирующей роли в этом процессе преподавателя.
3. В усилении организации учебного процесса с применением новых форм обучения, например «метода погружения».
4. Участии в олимпиадах по учебным дисциплинам, конкурсах научно-исследовательских или прикладных работ и т.д.
5. Использовании мотивирующих факторов контроля знаний.
6. Поощрении обучающихся за успехи в учебе и творческой деятельности (стипендии, премирование, поощрительные баллы) и санкции за плохую учебу.
7. Индивидуализации заданий, выполняемых как в аудитории, так и вне ее, постоянном их обновлении.

Существуют три вида (формы) самостоятельной работы:

- аудиторная обучающая, направляемая руководителем занятия, как на усвоение знаний, так и формирование умений, осуществляемая и направляемая непосредственно преподавателем;
- внеаудиторная учебная самостоятельная работа, представляющая собой логическое завершение аудиторной;
- самообразование, которое посвящено глубокому изучению дисциплины и основано на личной заинтересованности обучающегося;
- творческая, в том числе научно-исследовательская работа, участие в работе научного кружка.

Для успешного обучения необходимо наличие эффективных средств, которые обеспечили бы надежное и неременное формирование у обучающихся необходимой системы теоретических знаний и практических умений.

Важным звеном в организации учебного процесса является учебная литература, как отражение информационной основы дисциплин и системы полученных знаний. На ее долю приходится конкретизация содержания образования, отраженного в учебных предметах.

Учебная литература по последовательности и содержанию изложенного материала должна соответствовать тематическому плану.

Обеспечение успешного формирования теоретических знаний и практических умений возможно при наличии системы контроля за течением этих процессов, за тем, как «складываются» алгоритмы в сознании обучающегося. Чтобы все отклонения от нормального течения процесса обучения могли быть вовремя замечены и исправлены, ППС должен иметь постоянную информацию о ходе обучения. Без наличия такой информации, оперативной связи между обучающимся и ППС никакое более или менее совершенное управление процессами, происходящими в сознании их, невозможно.

Существуют следующие виды контроля самостоятельной работы: входной контроль; текущий контроль; промежуточный контроль; самоконтроль; итоговый контроль; контроль остаточных знаний и умений.

При организации самостоятельной работы обучающимися ППС должен своевременно, четко и грамотно разработать задания, которые должны по изучаемой теме удовлетворять следующим требованиям [4]:

1. Полноте – наличию заданий на изучение определений, фактов, оборудования, способов деятельности, понимание аналогий, следствий и др.

2. Наличию важной информации – объединение их в комплексные, с целью формирования системного мышления, имеющие наибольшую практическую составляющую дисциплины.

3. Возрастанию трудности заданий – система заданий должна быть составлена таким образом, что бы охватывала весь материал и непрерывно возрастала по трудности после выполнения каждой темы (компетенции).

4. Целевой ориентации – для каждого задания определяется его место и назначение в изучаемой дисциплине.

5. Достаточности – должно присутствовать количество заданий разной направленности: для закрепления, индивидуальных заданий, самостоятельной деятельности обучающегося, текущего, рубежного и итогового контроля с учетом запасных вариантов и т.д.

6. Психологической комфортности – система задач, которая учитывала бы наличие разных типов мышления, темпераментов, видов памяти. Например, есть задачи для письменного выполнения, устных упражнений, чтения схем и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Специфика работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35)–2017. С.38-42.

2. *Т.Т. Каверзнева, Н.А. Леонова, Н.В. Румянцева, И.Л. Скрипник.* Опыт проведения практических занятий в интерактивной форме по направлению «Техносферная безопасность». Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 1: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 4 (5-1), С. 359-364.

3. *Скрипник И.Л., Воронин С.В., Савенкова А.Е.* Основные направления по совершенствованию подготовки специалистов ГПС МЧС России // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 3(36)–2017. С.56-60.

4. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21)–2017. С.58-68.

УДК 378.147

И. Л. Скрипник, С. В. Воронин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

РОЛЬ И МЕСТО ЛЕКЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

В статье рассмотрена лекция как ведущая форма организации учебного процесса в вузе, ведущим и организующим звеном педагогического процесса в высшей школе по всем основным изучаемым дисциплинам.

Ключевые слова: преподаватель, лекция, монологическая речь, кафедра.

I. L. Skrypnik, S. V. Voronin

THE ROLE AND PLACE OF THE LECTURE IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE UNIVERSITY

The article considers the lecture as a leading form of organization of educational process in high school, leading and organizing the pedagogical process in high school in all major disciplines.

Keywords: teacher, lecture, monologue, chair.

Слово лекция имеет в основе латинское слово «lectio»-чтение. С момента зарождения первых университетов в средние века до середины 19 века лекция была практически единственной формой передачи знаний обучающимся. В дополнение к ним иногда устраивались диспуты, но не было таких форм обучения, как практические занятия, семинары и т.д.

По мере роста научных и технических знаний, развития производства стала ощущаться настоятельная потребность введения практических занятий [1]. Развитие книгопечатания также уменьшило роль лекции в приобретении знаний. Дальнейшее развитие образования привело к тому, что некоторые педагоги стали проповедовать отказ от лекции, как вузовской формы обучения.

Однако опыт показывает, что отказ от лекций не только снижает научный уровень подготовки обучающихся, но и нарушает системность и равномерность их работы в течение всего периода обучения. Поэтому она по-прежнему остается ведущей формой организации учебного процесса в вузе.

Каждый лектор на занятии ставит перед собой задачу увлечь своей наукой, пробудить к ней интерес, так как его живое эмоциональное воздействие всегда имеет очень большое значение. По силе впечатления и общего воздействия на обучающихся лекционный способ передачи учебного материала стоит выше всех других методов. Воздействие личности лектора на аудиторию, его тесный контакт с ней, пока невозможно ничем заменить [2].

Лекции являются экономичным способом получения в обобщенном виде основ знаний, ориентировки в учебном материале. В устном изложении многие обучающиеся легче схватывают мысль, виднее становится логика построения, доказательства, структуры учебного материала.

Для самого преподавателя лекция – это своего рода мышление вслух, способ проверки логики своих рассуждений, оттачивания формулировок, приведения в более четкую систему своих знаний по каждой теме. При этом многие преподаватели считают, что задача лектора заключается в том, чтобы хорошо знать предмет и ясно его излагать. Однако лекция – как форма и метод обучения имеет свои психологические особенности и для преподавателя. Она предполагает устное изложение знаний по определенному предмету перед определенной аудиторией. Отсюда возникают психологические проблемы, связанные именно с устным выступлением лектора.

По данным психологов монологическая речь, произносимая одним человеком, представляет собой самый трудный ее вид по сравнению с диалогической, когда разговаривают между собой два человека или группа людей. Сложность такой подачи информации заключается в том, что она не поддерживается собеседниками. Реакция обучающихся только угадывается преподавателем. Опираясь на нее, он может судить о том, насколько удовлетворяет запросы аудитории, какие чувства и мысли возбуждает у них своим выступлением.

Монологическая речь, в отличие от диалога, всегда требует полноты и ясности изложения, логичности и стилистической точности. Лектору приходится говорить сразу без всяких вариантов и черновиков. Во время лекции нет возможности работать над словом, нельзя без конца поправляться, «брать свои слова обратно». Поэтому каждая фраза должна произноситься в окончательной редакции и без продолжительных пауз. Лекция всегда связана с эмоциональными переживаниями как обучающихся, так и самого лектора. Сколько бы раз лектор ни выступал публично перед самыми разными аудиториями, он всегда волнуется, в зависимости от многих факторов: опыта преподавания, объема подготовительной работы, уровня подготовки обучающихся. Переживания, беспокойство и даже боязнь перед первой лекцией надолго остаются в памяти преподавателя. Вдруг забыл что-то, может останется время, когда материал уже весь изложен, поймут ли меня обучающиеся. Эти волнения, вскоре проходят, лектор привыкает к аудитории, начинает чувствовать себя гораздо спокойнее.

Сложнее преодолеть волнение в том случае, когда преподаватель недостаточно подготовлен к занятию. Причины здесь могут быть разными: недостаток времени на подготовку, новая для него тема. В этом случае волнение лектора неизбежно, если он серьезно относится к делу и дорожит своей репутацией.

Причиной повышенного волнения лектора может быть и хорошо подготовленная, а нередко и с большими претензиями аудитория. Помимо указанных – есть множество других причин, влияющих на его состояние. Например: присутствие начальника, коллег по работе, поведение обучающихся. Лектор, который обычно хорошо читает, в этих условиях может выступить ниже своих возможностей. Чтобы избежать данных недостатков и качественно довести до обучающихся учебный материал необходима тщательная предварительная подготовка к занятию.

Лекция – это вид учебного занятия, на котором преподаватель логически стройно, последовательно и ясно излагает содержание того или иного научного вопроса, сопровождая демонстрацией различных опытов и наглядных пособий.

Лекции должны отражать наиболее актуальные вопросы теории и практики, раскрывать современное состояние, перспективы развития конкретной области науки и техники, иметь практическую направленность, применительно к служебной деятельности обучающихся. Структура и содержание каждой лекции должны быть рассмотрены и одобрены кафедрой [3].

Кафедры вуза по каждой учебной дисциплине могут иметь фонд лекций. Фондовая лекция разрабатывается по каждой теме учебной программы. К их разработке привлекаются наиболее подготовленные преподаватели, являющиеся ответственными за учебную дисциплину, раздел или отдельную тему.

Фондовые лекции служат базовым материалом для написания курсов лекций, учебных пособий, учебников, учебно-методических разработок на проведение занятий.

Каждая лекция, читаемая в образовательном процессе, должна удовлетворять следующим требованиям [4,5]:

- иметь четкую структуру и логику раскрытия содержания рассматриваемых учебных вопросов;
- быть научной, информативной и соответствовать последним достижениям науки и техники в изучаемой области;
- быть доказательной и аргументированной, содержать для этого достаточное количество ярких и убедительных примеров, фактов, сравнений, обоснований, документов и научных доказательств;
- быть эмоциональной по форме изложения;
- отражать методическую обработку - выделение определения, главных мыслей и положений, подчеркивание выводов;
- активизировать внимание обучающихся, ставить перед ними вопросы для размышлений и поиска научных мыслей;
- включать для раскрытия содержания учебных материалов различные виды наглядности в сочетании с техническими средствами и ЭВТ;
- излагаться доступным и ясным языком, содержать разъяснения всех вновь вводимых названий и терминов.

Таким образом, лекция является ведущим и организующим звеном педагогического процесса в вузе по всем основным изучаемым дисциплинам. Для усвоения знаний одной лекции недостаточно. Необходима тщательная работа над записанным на лекции материалом, изучение соответствующих глав учебника, работа с первоисточниками, подготовка к практическим и семинарским занятиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Т.Т. Каверзнева, Н.А. Леонова, Н.В. Румянцева, И.Л. Скрипник.* Опыт проведения практических занятий в интерактивной форме по направлению «Техносферная безопасность». Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 1: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2017. - № 4 (5-1), С. 359-364.

2. *Скрипник И. Л., Воронин С.В.* Структура, модель личности, параметры качества обучения // Подготовка кадров в система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 1 июня 2017 года. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017, С. 262-265.

3. *Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Специфика работы с обучающимися по подготовке специалистов пожарной безопасности // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 2(35) – 2017. С.38-42.

4. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Комплексный подход к совершенствованию процесса обучения профессионально-специальной дисциплины в вузе МЧС России // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 1 (21)–2017. С.58-68.

5. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Савенкова А.Е. Основные направления по совершенствованию подготовки специалистов ГПС МЧС России // Научно-аналитический журнал. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. № 3(36) – 2017. С.56-60.

УДК 522+623.1

Е. Е. Суматохин, М. Г. Есина, Д. Ю. Захаров

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРУКТУРЕ ГПС МЧС РОССИИ

В работе представлен обзор современных инновационных технологий, используемых в системе ГПС МЧС России.

Ключевые слова: комплекс, устройство, современные технологии, робот.

Е. Е. Sumatokhin, M. G. Esina, D. Yu. Zaharov

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE STRUCTURE OF THE SBS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY OF RUSSIA

The paper presents an overview of modern innovative technologies used in the system of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia.

Keywords: complex, device, modern technologies, robot.

В настоящее время в обществе и окружающей среде происходят множество чрезвычайных ситуаций. Поэтому с каждым годом в системе МЧС России создаются и совершенствуются технологии, которые облегчают и ускоряют проведение аварийно-спасательных работ пожарными и спасателями. В различных сферах и подразделениях вводятся новые технологии. Перечислим новейшие устройства, которые уже поступили на использование в различные подразделения системы МЧС России.

Шквал

«Шквал» – устройство, предназначенное для установки огнетушащего средства (воды) из природных и искусственных водоемов, а также для перекачки больших объемов воды на огромные расстояния. Устройство применяется для обеспечения противопожарной защиты при тушении всех видов пожаров и обеспечения аварийными запасами для ликвидации последствий техногенных и стихийных бедствий. Насосно-рукавный комплекс «Шквал» состоит из двух специальных транспортных шасси повышенной проходимости, моторно-насосного модуля контейнерного типа, шлангового модуля контейнерного типа, в частности, оснащенного насосом с расходом воды 400 л/с. Предусмотрена возможность дистанционного управления (рис. 1).

Гранит

Мобильный аварийно-спасательный комплекс «Гранит» разработан после аварии на Саяно-Шушенской ГЭС. Комплекс служит для создания проходов в бетонных завалах, дробления крупных строительных конструкций и последующего контейнерного вывоза строительного мусора из рабочей зоны.

После аварии на Саяно-Шушенской ГЭС было выявлено множество проблем по ликвидации ЧС на таких сооружениях. В результате конструкторы сконструировали мобильно аварийно-спасательный комплекс «Гранит», который приобрел хорошую работоспособность при разборах завалов (Рис. 2).



Рис. 1. Образец комплекса «Шквал»



Рис. 2. Устройство «Гранит»

Роботы используемые в различных целях

Робот Cougar10-LTM обладает способностью «видеть сквозь стены», а также находить людей под руинами, благодаря современным радиолокационным технологиям, устройство способно видеть не только движущихся людей, но и лежащих без сознания и на полу. Помимо радара, робот имеет набор камер дневного и ночного видения. Робот используется как во время поисково-спасательных операций, так и для обнаружения захватчиков и террористов внутри зданий во время проведения вооруженных операций.

Робот Snakebot благодаря своей конструкции может легко войти в здание через узкие проходы и передать ситуацию на камеры в режиме реального времени. Корпус робота оснащен щетками с нейлоновым флисом, вращение этих щеток обеспечивает движение машины. Такой робот с собственным кузовным устройством сможет попасть под практически любые завалы. Благодаря ему спасатели получают информацию о том, что происходит под завалами.

Российский современный многофункциональный робот МРК-35 создан для выполнения аварийно-спасательных работ в подразделениях МЧС России.

Робот служит для обеспечения:

- ✓ газовой, химической и радиационной разведки местности;
- ✓ визуальной разведки;
- ✓ проведения аварийно-спасательных работ в условиях химического заражения и в зонах повышенной радиоактивности;
- ✓ поиска, эвакуации и уничтожения взрывных устройств;
- ✓ транспортировки предметов.

Еще одной областью, где используются новые технологии, роботы и другие устройства, является добыча полезных ископаемых, где может возникнуть чрезвычайная ситуация. Взрывы газа, наводнения, осыпи и мусор – все это часть тяжелой работы шахтеров. После взрыва на шахте спасателям нужно вовремя оценить масштабы аварии, выстроить план спасения пострадавших, а ведь за это время могут погибнуть люди. Немедленно спуститься к шахте спасателям нет никакой возможности, так как есть опасность обострения токсичных газов, затопления территорий и нестабильных сооружений.

В этом случае использование роботов крайне необходимо. Так ученые представили специального «Горноспасательного робота». Хотя он не может вытащить людей на поверхность, робот сможет доставить еду и медикаменты к разрушенной шахте. Устройство имеет гусеницы для перемещения практически по любой поверхности, датчики, идентифицирующие опасные вещества в воздухе, камеру, транслирующую изображение на удаленный компьютер. Камеры помогают устройству находить живых людей в завалах.

Роботы-пожарные

В горящем помещении пожарным-спасателям очень трудно найти и вызволить потерпевших. Поэтому большую помощь в такой ситуации может оказать пожарный – робот. Так например, робот SACI может подавать огнетушащие вещества на огонь, разгребать горящие обломки и исследовать задымленные помещения дымом.

При тушении пожаров возможно использование роботизированного шланга Anna Conda (рис. 3). Робот имеет длину 3 м и весит 70 кг. Он присоединяется к обычному пожарному шлангу и может «ползти» с ним по труднодоступным местам в горящем здании, проникать сквозь разломы, обломки или в различные этажи. Дизайнеры Anna Conda утверждают, что устройство может попасть в аварийные туннели и не только начать там тушение пожара, но и доставить несколько респираторных масок людям, запертым там.

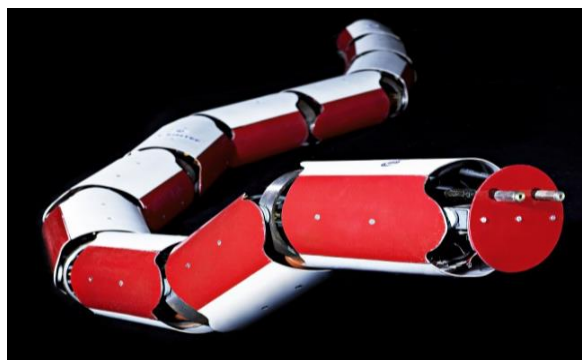


Рис. 3. Роботизированный шланг Anna Conda

Диагностический комплекс «Сканлайнер»

Данное устройство предназначено для обнаружения неисправности футеровки дымовых труб, которые угрожают разрушением конструкции трубы, без остановки технологических процессов на предприятии. Смысл технологии заключается в том, что спуск в трубу с помощью специального манипулятора-крана, сканирующего устройства, способного успешно выполнять задачи в условиях высоко турбулентного восходящего потока (скорость потока до 80 км / ч), превышает температуру кислото-содержащих дымовых газов.

Конструкция «Scanliner» состоит из передвижного диагностического прибора и поднимаясь и транспортируя механизма. Механизм связи между поднимаясь и транспортируя и диагностический прибор осуществлены через стальные кабели. Сканера поднимается и опускается с помощью лебедки с электронным управлением. Это позволяет приобретать линейную скорость передвижения. При работе в режиме опроса -

записи результатов сканирования, скорость не превышает 10 метров в минуту. Скорость вращения относительно вертикальной оси не более 6 оборотов в минуту.

Зарегистрированная аэродинамическая схема спускаемого аппарата позволяет стабилизировать и проводить съемку в сильном потоке дымовых газов, а термостатическая система защищает оборудование от воздействия высоких температур при температуре около $t = 300^{\circ} \text{C}$.

В качестве методов дистанционного распознавания используются такие как: рентгеновский, ультразвуковой, оптический, акустико-эмиссионный методы. Это позволяет выявлять неисправности труб размером от 0,5 до 3 миллиметров в зависимости от диаметра трубы. Вся информация о сканировании хранится в бортовом компьютере и может быть распечатана в виде фотографий или списка неисправностей с их подробными характеристиками (ширина, высота, глубина) и координатами.

Segway

Мобильный комплекс Segway предназначен для доставки к месту чрезвычайной ситуации специального оборудования и инструмента, проведения пожарно-спасательных работ или оказания первой доврачебной помощи (рис. 4). Его скорость может достигать до 20 км/ч, максимальная масса при которой обеспечена работа устройства до 30 кг, он также имеет: большой спектр оборудования для оказания первой помощи, борьба с источником возгорания (первичные средства пожаротушения), быстрая и безопасная эвакуация (наличие СИЗОД).



Рис. 4. Мобильный комплекс Segway

В заключение отметим, что развитие высоких технологий в нашей стране идет высокими темпами и поэтому широко внедряются в различные ведомственные системы. В МЧС России вводятся инновационные технологии, которые улучшают и облегчают работу пожарных и спасателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Безбородько М.Д.* Пожарная техника. Издание третье - 2002.
2. *В.В. Тербнев, Н.И. Ульянов, В.А. Грачев* Пожарная техника Книга 1 Пожарно-техническое вооружение. 2007.

УДК 614.849

А. Н. Таратынов, Д. Ю. Захаров, О. Г. Волков

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ

В данной статье рассматривается влияние антропометрических показателей (рост, вес, масса, окружность грудной клетки) газодымозащитников на потребление ими воздуха в зависимости от степени тяжести выполняемых работ в СИЗОД.

Ключевые слова: антропометрические показатели, газодымозащитник, степень тяжести выполняемых в СИЗОД работ.

A. N. Taratynov, D. Y. Zakharov, O. G. Volkov

ESTIMATION OF ANTHROPOMETRIC INDICATORS OF GAS DETECTORS

This article discusses the influence of anthropometric parameters (height, weight, weight, chest circumference) of gas defenders on their air consumption, depending on the severity of the work performed in the pre-trial detention center.

Keywords: anthropometric indicators, gas defroster, severity of work performed in SIZOD.

Профессия пожарного и спасателя Всемирная организация здравоохранения относит к числу десяти сложнейших т.к. работа пожарного протекает в постоянно меняющейся обстановке. При этом воздействие физических, химических, биологических, неблагоприятных факторов окружающей среды в сочетании с сильными психогенными раздражителями, дефицитом информации и времени на обдумывание и принятие адекватного решения, высокой ответственностью за выполнение оперативно-тактической задачи, наличием неожиданных, внезапно возникающих препятствий, сопровождают их постоянно [1].

Наиболее распространенной и важной проблемой работы газодымозащитников является высокая интенсивность и продолжительность действий неблагоприятных физико-химических, биологических факторов в сочетании с интенсивными физическими и нервно-эмоциональными нагрузками, что обуславливает влияние антропометрических показателей газодымозащитников на их функциональные параметры.

Физические факторы представляют собой опасность для здоровья сотрудников и работников со стороны подвижных частей машин и механизмов, разрушающихся конструкций, низких и высоких температур, повышенной запыленности, загазованности, влажности, высокого уровня шума и вибрации, пониженной освещенности, расположения рабочего места на значительной высоте от земли (пола) и другие. Химические факторы определяются наличием в рабочей среде токсических, раздражающих, канцерогенных и мутагенных веществ. Биологические факторы возникают вследствие возможности наличия в рабочей среде болезнетворных бактерий и вирусов. Психофи-

физиологические факторы определяются наличием сверхнормативных физических и нервно-психических перегрузок во время трудового процесса [5].

Мощность воздействия физических факторов формируется стохастично. Работа в зоне пожара происходит при высокой температуре окружающей среды и повышенной влажности в зоне тушения, что может сочетаться с низкой температурой вне зоны тушения пожара в зимнее время или в климатических условиях северных регионов страны. Перепады температур совместно с влажностью создают дополнительные нагрузки на организм пожарного. Кроме того, пожарные подвергаются воздействию тепловых потоков большой мощности, открытому пламени, искрам, что может привести к ожогам кожного покрова.

Перегрев организма во время тушения пожара может наступить в результате соприкосновения с горячим воздухом, тепловым излучением, горячими поверхностями, а также из-за внутреннего тепла, генерируемого человеческим телом во время интенсивной работы. Изолирующие свойства защитного обмундирования и физическая усталость в результате переизбытка тепла могут привести к обезвоживанию организма, тепловому удару и кардиологической нестабильности [4].

Напряженная физическая работа пожарного в таких условиях вызывает нарушение водно-соляного баланса, терморегуляции организма, ухудшение самочувствия, головные боли, заторможенность реакции и двигательную нестабильность [3].

Исходя из этого целью работы явилось: определить, влияние антропометрических показателей газодымозащитников на потребление ими количества воздуха в дыхательном аппарате.

Научное исследование выполнено среди курсантов 3-го и 5-го годов обучения Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. Антропометрические измерения проводили путем оценки массы тела. С помощью программного продукта Microsoft Excel вычислили индекс массы тела (далее – ИМТ) по вводимым параметрам роста (см) и возраста (годы). Также определялась массовая доля висцерального жира (%).

Для этого были проведены исследования, влияния антропометрических показателей газодымозащитников на расход воздуха в дыхательном аппарате, при работе с разной степенью тяжести.

Нами были обработаны следующие показатели: рост испытуемого, вес испытуемого, масса испытуемого, окружность грудной клетки (рисунок).

Взвешивание проводят на обычных десятичных медицинских весах, которые перед употреблением должны быть выверены и отрегулированы. Площадка весов должна быть точно горизонтальна полу (это проверяют по отвесу или водяному «глазку», установленным на весах). Весы должны быть чувствительны к весу 100 г. Проверяют правильность весов путем периодического взвешивания клейменных гирь (не менее 30 кг). Исследуемый должен стоять неподвижно на середине площадки весов.

Рост измеряют обычным станковым деревянным ростомером или металлическим антропометром системы Мартина. Измерение роста стоя при помощи деревянного ростомера производят следующим образом: исследуемый становится на площадку ростомера спиной к стойке со шкалой и касается ее тремя точками — пятками, ягодицами и межлопаточным пространством. Голова не должна касаться ростомера 1, а должна быть слегка наклонена так, чтобы верхний край наружного слухового прохода и нижний край глазницы располагались по одной линии, параллельной полу.

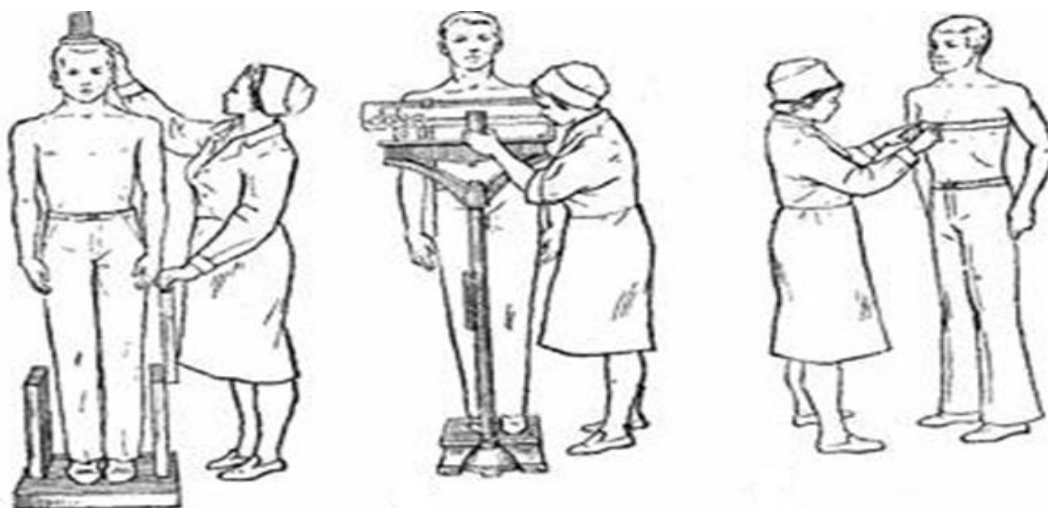


Рисунок. Измерение антропометрических показателей

Измерение окружности грудной клетки проводят с помощью сантиметровой ленты в положении стоя. Человек при этом должен находиться в состоянии покоя. Для этого грудную клетку освобождают от верхней одежды, желательно и нижней, чтобы получилось максимально точное измерение [2].

Для определения расхода запаса воздуха использовался дыхательный аппарат на сжатом воздухе ПТС «Профи-М» [1].

Все испытуемые выполняли работы разной степени тяжести:

- в покое они в течение 10 минут сидели, будучи включенными в изолирующий дыхательный аппарат;
- при выполнении легкой работы они с закрытыми глазами передвигались вдоль капитальной стены помещения в течение 10 минут;
- в качестве работы средней тяжести выполнялся подъем на ступеньку высотой 20 см в течение 4 минут со скоростью 20 подъемов в минуту;
- при тяжелой работе испытуемые выполняли подъем на ступеньку высотой 40 см в течение 4 минут со скоростью 20 подъемов в минуту;
- в качестве очень тяжелой работы испытуемые выполняли подъем на ступеньку высотой 40 см в течение 4 минут со скоростью 30 подъемов в минуту [4].

Проведение антропометрических исследований позволит классифицировать газодымозащитников по категориям потребления воздуха (кислорода) в зависимости от степени тяжести выполняемых в СИЗОД работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров Д.Ю., Томашевич К.К., Волков О.Г., Топоров А.В., Володин А.Н. Определение прочностных характеристик лицевой части панорамной маски при воздействии теплового потока. В сборнике: Надежность и долговечность машин и механизмов сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 83-87.
2. Власенко Н.Ю., Макарова И.И., Аксёнова А.В. Исследование антропометрических особенностей и показателей вариабельности сердечного ритма у пожарных-спасателей. Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2016. № 3. С. 7-17.

3. *Маринич Е.Е., Ведяскин Ю.А., Микушкин О.В.* Огневая психологическая полоса подготовки пожарных как педагогическое условие формирования адаптационной мобильности пожарных и спасателей МЧС России. В сборнике: О некоторых вопросах и проблемах психологии и педагогики сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 69-73.

4. *Бородич П.Ю.* Оценка показателя легочной вентиляции для работ разной степени тяжести / П.Ю. Бородич, О.Е. Безуглов // Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. Харьков: НУГЗУ, 2011. Вып.30. С.64-67.

5. Оценка эффективности тушения пожаров в резервуарных парках с помощью стационарных робототехнических комплексов / У.А. Керимов, В.А. Смирнов, Д.Ю. Захаров, О.Г. Волков, А.Н. Бочкарев // Научный журнал Вестник Воронежского института ГПС МЧС России №2 (23), 2017. Входит в перечень ВАК. С. 59-63.

УДК 621.313

К. Н. Чечулин^{}, Д. В. Савельев^{**}, И. Л. Скрипник^{**}*

^{*} Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева

^{**} ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ АВТОМОБИЛЯ

В статье представлен один из методов диагностирования двигателя внутреннего сгорания по отработанному маслу. Приводятся аналитические выражения показателей диагностики и направления проведения дальнейших исследований.

Ключевые слова: техническое диагностирование, преимущество, методика, показатель, коэффициент, отношение, концентрация.

K. N. Chechulin, D. V. Savelyev, I. L. Skrypnyk

DETERMINATION OF DIAGNOSTIC PARAMETERS OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE OF THE VEHICLE

The article presents a method of diagnosing an internal combustion engine in the exhaust oil. The article provides analytical expressions of the diagnostic indicators and directions for further research.

Keywords: technical diagnosis, advantage, technique, index, ratio, concentration.

Одним из наиболее эффективных методов технического диагностирования двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является анализ параметров отработавшего картерного масла.

К основным его преимуществам относят:

- возможность раннего обнаружения неисправностей двигателя без его разборки;

- установление необходимости своевременной замены масла;
- предотвращение отказов в двигателе из-за повышенного загрязнения масла и износа деталей [1,2].

Для разработки методики диагностирования ДВС проводились исследования процесса старения элементов в рабочем объеме масла на основе его эмиссионного спектрального анализа, с учётом условий эксплуатации автомобильной техники.

В результате теоретических исследований и проведённых экспериментов установлено, что в качестве диагностических параметров ДВС могут выступать следующие показатели:

- коэффициент технического состояния вкладышей подшипников коленчатого вала, характеризующий отношение концентраций свинца к меди, определяемый как:

$$k_1 = \frac{K_{Pb}}{K_{Cu}}, \quad (1)$$

где K_{Pb} – концентрация свинца в объеме масла, г/т; K_{Cu} – концентрация меди в объеме масла, г/т;

- коэффициент технического состояния цилиндропоршневой группы характеризующий, отношение концентраций кремния к алюминию, который определяется:

$$k_2 = \frac{K_{Si}}{K_{Al}}, \quad (2)$$

где K_{Si} – концентрация кремния в объеме масла, г/т; K_{Al} – концентрация алюминия в объеме масла, г/т;

- «температура вспышки», показывающая наличие в масле более лёгких топливных фракций, оцениваемая состоянием топливной системы и степени разжижения масла топливом [3];

- фоновый коэффициент износа, учитывающий увеличение концентрации железа в объеме масла, отражающий износ деталей механизмов и узлов. Применение данного показателя в качестве индикатора старения элементов не представляется возможным, в следствие его большого процентного содержания почти во всех деталях ДВС;

- индикатор износа деталей клапанной группы газораспределительного механизма (ГРМ) дизельного двигателя. Использование данного показателя обусловлено значительным процентным содержанием хрома (Cr) во впускном и выпускном клапанах ДВС [4].

Для установления вида зависимости рассмотренных диагностических параметров от технического состояния элементов и механизмов ДВС были проведены экспериментальные исследования, которые позволили собрать достаточный массив необходимой информации.

На основе анализа опыта эксплуатации, технического обслуживания и ремонта ДВС определены факторы (этапы проведения однофакторных исследований), уровни и интервальные значения их изменения, представленные в таблице.

Таблица. Факторы, используемые при однофакторных исследованиях

Этапы проведения однофакторных исследований	Факторы	Уровни варьирования			
		-1	0	+1	Интервал варьирования
1	Количество форсунок со сниженным давлением начала подъема иглы ($P_{\phi 0} = 13$ МПа), шт	2	4	6	2
2	Угол опережения впрыскивания топлива, ($\Delta\theta$), град	8	18	28	10
3	Количество клапанов ГРМ с разрегулированными тепловыми зазорами ($\Delta\delta_3 = +1$ мм), шт	4	8	12	4
4	Концентрация кварцевой пыли в 1 м^3 воздуха, подаваемой во впускной тракт дизельного двигателя, $\text{г}/\text{м}^3$	0,5	1	1,5	0,5

На основе проделанной работы, можно сделать вывод о необходимости проведения дальнейших исследований по определению коэффициентов технического состояния (k_1, k_2) при работе исправного дизельного двигателя и оценки их влияния на:

- снижение давления начала подъема иглы форсунки;
- угол опережения впрыскивания топлива;
- изменение тепловых зазоров в ГРМ;
- нарушение герметичности системы питания воздухом;
- эксплуатационные факторы, зависящие от скорости поступления продуктов старения в объем отработанного масла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Анализ пожарной опасности технологических систем по показателям надежности // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, № 3-2017, С. 33-37.
2. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). № 2 (22) – 2017. С.36-46.
3. Савельев Д.В., Школьников П.А. Проблемы технического обеспечения безопасности транспортировки углеводородов на основных этапах логистической системы Арктического шельфа // VI Международная научно-практическая конференция. 10 декабря, 2014 г. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2014.
4. Скрипник И.Л., Савельев Д.В., Воронин С.В. Проблемы производства дизельных топлив на газоконденсатных и нефтяных месторождениях // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 227-230.

УДК 614.8

А. В. Шныпарков, В. В. Копытков

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

К ВОПРОСУ О ВРЕМЕНИ НОШЕНИЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ

Проведены испытания боевой одежды пожарных, прошедших трехлетнюю эксплуатацию на устойчивость к воздействию тепловым потоком согласно нормативным требованиям, предъявляемым к ней.

Ключевые слова: плотность теплового потока, боевая одежда пожарных, теплофизические показатели, испытание.

A. V. Shnyarkov, V. V. Kopytkov

TO THE QUESTION OF TIME OF WEARING FIGHTING CLOTHES OF FIREFIGHTERS

Tests of fighting clothes of the firefighters who have undergone three years' operation on resistance to influence by a thermal stream according to the standard requirements imposed to her are carried out.

Keywords: density of a thermal stream, fighting clothes of firefighters, heatphysical indicators, test.

Введение. Согласно [1] срок эксплуатации боевой одежды пожарных (далее БОП) составляет 3 года.

Цель исследований – выяснить соответствие нормативным требованиям к боевой одежде пожарных спустя 3 года после начала ее использования для подтверждения возможности увеличения срока эксплуатации БОП.

Территориально мы ограничились рассмотрением подразделений МЧС Витебской области. Испытания проводились с использованием БОП, эксплуатируемой в Витебском городском отделе по чрезвычайным ситуациям, так как в нем, на основе статистических данных, происходит наибольшее количество выездов на ликвидацию пожаров. Испытания проводились в научно-исследовательском центре Витебского областного управления МЧС. Для проведения испытаний были выбраны комплекты боевой одежды пожарных модели 030-2013 (материал верха – ткань «Арселон») и модели 050-2014 (материал верха – ткань «Леонид»).

Каждый комплект боевой одежды пожарных, с пакетом материалов которого проводились испытания, прошел трехлетний срок службы и использовался пожарными Витебского городского отдела по ЧС.

Основная часть. Внешний вид боевой одежды пожарных модели 030-2013 и модели 050-2014 приведены на рис. 1 и 2.

Испытания проводились в соответствии с методикой, описанной в [2,3].

В качестве источника излучения использовали радиационную панель размером 200 × 150 мм с нагревательным элементом в виде спирали из нихромовой проволоки.



Рис. 1. Боевая одежда пожарных (модель 030-2013)



Рис. 2. Боевая одежда пожарных (модель 050-2014)

Для измерения значений плотности теплового потока использовали датчик типа Гордона с диапазоном измерения от 1 кВт/м² до 50 кВт/м² и погрешностью измерений не более 8 %. Измерение температуры и плотности теплового потока проводили одновременно.

Результаты испытаний комплектов БОП модели 030-2013 и модели 050-2014, прошедших трехлетний срок эксплуатации, сведены в табл. 1-2 для сравнения с нормативными требованиями, заявленными на боевую одежду пожарных согласно [2].

Таблица 1. Теплофизические показатели пакета материалов боевой одежды пожарных модели 030-2013

Наименование показателя	Нормативные требования	Результаты испытания новых БОП	Результаты испытания БОП со сроком службы 3 года
Устойчивость к воздействию теплового потока, с, не менее: - 5,0 кВт/м ² - 40,0 кВт/м ²	Не более 71°C	52	60
		20	22

Таблица 2. Теплофизические показатели пакета материалов боевой одежды пожарных модели 050-2014

Наименование показателя	Нормативные требования	Результаты испытания новых БОП	Результаты испытания БОП со сроком службы 3 года
Устойчивость к воздействию теплового потока, с, не менее: - 5,0 кВт/м ² - 40,0 кВт/м ²	Не более 71°C	49	53
		21	25

Оценка результатов испытаний. Анализируя показания температур на внутренней поверхности пакета материалов, можно сделать вывод, что образцы пакетов материалов боевой одежды пожарных модели 030-2013 и боевой одежды пожарных модели 050-2014 выдержали испытания, так как среднеарифметическое значение температуры на внутренней поверхности пакета материала БОП в течение испытания не превысило $T=71$ °С (минимальная температура окружающей среды в момент начала испытания БОП составила $t_0=21$ °С).

Также в процессе испытания на всех пробах не произошло:

- разрушения наружной поверхности материала верха и внутренних слоев пакета (оплавления, обугливания, прогара);
- отслоения покрытия от тканевой основы;
- воспламенения;
- увеличения плотности теплового потока на внутренней поверхности пакета материалов БОП до значения, превышающего $2,5$ кВт/м².

Таким образом, относительно устойчивости БОП к воздействию теплового потока, на основании проведенных испытаний можно утверждать, что допустимо увеличение срока ее эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Порядок материально-технического обеспечения органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям: Указ Президента Республики Беларусь от 19 октября 2009 г. № 512. Минск, 2009. – 17 с.
2. СТБ 1971-2009. Система стандартов безопасности труда: Одежда пожарных боевая. Общие технические условия. Минск: Госстандарт, 2009. – 35 с.
3. НПБ 157-99. Боевая одежда пожарных. Общие технические требования. Методы испытаний. Москва, 1999. – 32с.

УДК 378.146

Т. А. Яковенко

ФБГОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ ОБУЧАЕМЫХ НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»

В статье рассматривается оценка качества знаний обучаемых в вузе на примере дисциплины «Прикладная механика». Предложены методики поэтапной и итоговой оценки качества знаний.

Ключевые слова: качество знаний, методика оценивания.

T. A. Yakovenko

KNOWLEDGE QUALITY ASSESSEMENT ON THE EXAMPLE OF APPLIED MECHANICS

The article deals with the quality of assessment of students' knowledge at the university on the example of Applied mechanics. A methodology of a phased and final assessment of the quality of knowledge has been proposed.

Keywords: knowledge quality, assesement methodology.

Оценка знаний обучаемых является одним из наиболее важных элементов в высшем профессиональном образовании. Ее результаты оказывают большое влияние на мотивацию к обучению и будущую карьеру обучаемых. Кроме того, оценка дает возможность получить существенную для учебных заведений информацию об эффективности обучения. Поэтому необходимо, чтобы оценочный процесс всегда производился профессионально, с учётом накопленных знаний в рассматриваемой сфере.

Традиционными методами оценки знаний для высшей школы являются устный ответ и собеседование. Они широко используются многими вузами и в настоящее время. С одной стороны простота использования, а с другой – субъективность оценки качества знаний. Поэтому использование данных методов порождает множество споров, что приводит к внедрению инновационных методов оценки знаний, позволяющих оценивать их более объективно.

Рассмотрим методику, позволяющую оценивать действительные знания обучаемых и их способность реализовывать на практике полученные знания на примере дисциплины «Прикладная механика».

В качестве поэтапной оценки качества знаний обучаемых предлагается оценивание на каждом практическом занятии по двухбалльной системе: «плюс» или «минус», что позволит преподавателю оценить знания обучаемых по каждой пройденной теме. В качестве метода оценивания предлагается тестирование [2,3]. Тест содержит от трех до пяти вопросов по рассматриваемой теме. В качестве вопросов представлены как теоретические вопросы, так и короткие задачи. На выполнения тестирования отводится от шести до десяти минут. Другим методом поэтапного оценивания является решение задачи по изученной в процессе занятия темы по индивидуальному варианту или конспект по заданной на самостоятельную подготовку теме. При систематической не готовности к занятию (количество «минусов» три и более) обучаемого ему выставляется оценка «неудовлетворительно», что является дополнительной мотивацией качественной подготовки к занятиям.

Для итоговой оценки качества знаний обучаемых по дисциплине предлагается использование на экзамене 100 балльной системы оценивания, из которых 40 баллов начисляется обучаемому за комплексное тестирование по дисциплине, которое нацелено на выявление знания основных, базовых понятий учебной дисциплины и их использования для практических целей. Тест содержит 20 вопросов, каждый из которых оценивается в 2 балла. Обучаемые, успешно сдавшие контрольные точки в течение семестра, могут освобождаться преподавателем от написания комплексного теста с автоматическим начислением 40 баллов. Так как дисциплина «Прикладная механика» состоит из двух основных разделов «Теоретическая механика» и «Сопротивление ма-

териалов», далее обучаемому предлагается для решения 2 задачи, каждая из которых оценивается в 30 баллов.

Набрав определенное количество баллов за экзамен, обучаемый получает оценку по 4х балльной шкале: менее 55 баллов оценка неудовлетворительно, 55 – 74 баллов – оценка удовлетворительно, 75 – 89 баллов – оценка хорошо, более 90 баллов – оценка отлично. Обращаем внимание, что даже если обучаемый написал комплексный тест на максимальное количество баллов, но не решил предложенные задачи, то за экзамен по дисциплине он получает оценку неудовлетворительно.

Обучаемый может повысить свою экзаменационную оценку, получив дополнительные баллы в течении семестра, участвуя в олимпиадах по дисциплине вузовского и межвузовского масштаба и выполняя научно-исследовательские работы.

Предложенная система оценки знаний активизирует самостоятельную работу обучаемых, делает ее ритмической и систематической в течении семестра; лучше мотивируется учебно-познавательная деятельность, повышается роль стимулирования самостоятельности, инициативы. Кроме того, она позволяет преподавателю осуществлять индивидуализацию обучения и дифференцированный подход к обучаемым, способствует рациональному выстраиванию обучения в течение семестра и во время зачетно-экзаменационных сессий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Коротков, Э.М.* Управление качеством образования: Учебное пособие для вузов / Э.М. Коротков. – М.: Академический проект: Мир, 2006. – 320 с.
2. Прикладная механика [Текст]: Сборник тестовых задач. Часть 1. Теоретическая механика / сост. Т. А. Яковенко – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2015. – 137с.
3. Прикладная механика [Текст]: Сборник тестовых задач. Часть 2. Сопротивление материалов / сост. Т. А. Яковенко, В. А. Сопига – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2016. – 148с.
4. *Сазонов Б.А.* Балльно-рейтинговые системы оценивания знаний и обеспечение качества учебного процесса// Высшее образование в России. 2012. № 6. С. 28–40.

СОДЕРЖАНИЕ

НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

<i>Азизов И. И., Карханов А. В., Киселев В. В.</i> Актуальность разработки и применения мобильных подъемных устройств для проведения ремонта пожарной техники	3
<i>Андрюшкин А. Ю., Кадочникова Е. Н., Пугачев С. А.</i> Эффективная антикоррозионная защита объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов	6
<i>Архангельский К. Н., Серебряков А. А., Иванов В. Е., Кропотова Н. А.</i> Мобильный разведывательно-поисковый робот	8
<i>Балаба С. В., Крудышев В. В., Зубарев И. А., Новопашин Л. А., Нагорских В. С.</i> Анализ возможности применения полиамидных и полиуретановых материалов в качестве уплотнений рабочих тормозных цилиндров	10
<i>Беспалова Ю. О., Гомонай М. В., Максименко С. П., Гутовский А. В.</i> Экспериментальное исследование распространения температуры в пустотелых деталях инженерных конструкций при пожарах	13
<i>Борисов А. А., Пискунов А. О., Мальцев А. Н.</i> Быстроразъемные соединения, применяемые в пожарной охране Российской Федерации и за рубежом.....	17
<i>Бурнашов А. С., Покровский А. А.</i> Вопросы повышения эффективности технического обслуживания и ремонта пожарной техники	20
<i>Бурцев А. В., Дульцев С. Н., Яковенко Т. А.</i> Интеграция общетехнической и профессиональной подготовки для формирования общетехнической компетентности	22
<i>Бык Н. О., Легкова И. А., Кокурин Д. А.</i> Современные программные средства для проведения прочностного анализа	25
<i>Бык Н. О., Пучков П. В., Легкова И. А.</i> Хладноломкость конструкционных сталей в условиях отрицательных температур	29
<i>Вагин А. А., Бурушкин А. И., Моисеева Е. Ю., Старостин С. К., Кропотова Н. А.</i> Аналитический обзор становления и развития робототехнических разработок, стоящих на службе МЧС России	32
<i>Вагин А. А., Бурушкин А. И., Кропотова Н. А., Иванов В. Е.</i> Борьба с коррозией пожарного автомобиля для увеличения сроков эксплуатации при проведении работ в условиях сельской местности.....	38
<i>Ведерникова И. И.</i> Влияние режимов глубокого анодирования на антиадгезионные свойства.....	42
<i>Власов А. М., Полетаев В. А.</i> Исследование магнитожидкостного герметизатора с помощью полного факторного эксперимента	46
<i>Волкова М. Ю., Егорычева Е. В., Торопов Т. Д.</i> Использование системы получения и передачи зрительной информации в конструировании машин и механизмов.....	48
<i>Волкова М. Ю.</i> Моделирование вычислительного и аналитического проектирования механических систем.....	51
<i>Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Способ расчета обобщенного показателя качества разрабатываемого изделия	53

<i>Годлевский В. А., Моисеев Ю. Н., Новожилов П. А.</i> Манжетные уплотнительные узлы пожарной техники.....	56
<i>Годлевский В. А., Сосунов С. Н., Харламов Р. И.</i> Перспективы совершенствования опорно-поворотных устройств пожарной техники	59
<i>Гомонай М. В.</i> Управление интеллектуальной деятельностью и оценка ее результатов при разработке аварийно-спасательной техники	63
<i>Горбунов Р. М., Ермолина Е. М., Семенов А. Д., Кнутов М. С.</i> О необходимости определения ресурса работы гидравлического аварийно-спасательного инструмента.....	67
<i>Ермакова К. Н., Красильникова А. В., Киселев В. В.</i> Поиск причин снижения прочности и надежности элементов деревянных конструкций	70
<i>Есина М. Г.</i> Сплайн-аппроксимация программной траектории механизма	73
<i>Захаров Д. Ю., Волков О. Г.</i> Разработка инженерно-технических решений по усовершенствованию беспилотного летательного аппарата для поиска пострадавших	79
<i>Захаров Е. Ю., Покровский А. А.</i> Конструктивные особенности устройства для ремонта узлов и агрегатов пожарной техники	84
<i>Иванов А. В., Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Снижение статической электризации при пневмотранспорте твердых диэлектриков при электрофизическом воздействии.....	86
<i>Казаникова М. А., Киселев В. В., Никитина С. А.</i> Организации ремонта и технического обслуживания автомобильной пожарной техники	90
<i>Казутин Е. Г.</i> Наступление предельного состояния цистерн пожарных автомобилей	93
<i>Калентьев В. А., Сопига В. А.</i> Математическое моделирование кривошипно-ползунного механизма	95
<i>Качуро А. М., Мороз Н. А.</i> Повышение точности определения показателей надежности сложных технических систем	99
<i>Колобов М. Ю., Киселев Б. Р., Мельников А. А., Козловский А. Э., Сахаров С. Е.</i> Повышение эффективности центробежной мельницы.....	103
<i>Колобов А. Б., Огурцов Ф. Б.</i> Синтез опорных спектров вибрации дефектов асинхронных электродвигателей.....	106
<i>Кононов И. А., Масленников Р. А., Киселев В. В.</i> Повышение динамических и технических характеристик пожарных автомобилей	111
<i>Короткевич С. Г., Ковтун В. А.</i> Проектирование и оптимизация конструкции цистерны пожарного автомобиля методом компьютерного моделирования.....	115
<i>Кузяева С. Э., Зарубин В. П., Легкова И. А.</i> К вопросу износа узлов трения пожарной техники.....	119
<i>Курочкин В. Ю., Гаенкова Л. А., Кичайкин В. В.</i> Разработка технического решения для повышения оперативной готовности пожарных автомобилей при эксплуатации в условиях отрицательных температур	121
<i>Кушляев В. Ф., Цыган И. И., Игнатьева А. В., Найдюк К. К., Леонов В. А., Ильин А. И.</i> Повышения проходимости и устойчивости аварийно-спасательных и пожарных машин при проектировании и эксплуатации	127
<i>Кушляев В. Ф., Кушляева О. В.</i> Методика оптимального проектирования эксплуатационных параметров рабочих органов машин, применяемых в чрезвычайных ситуациях	134
<i>Лагуткина Д. Ю., Марков М. Г., Сайкин М. С.</i> Магнитожидкостный наклонномер с микропроцессорным управлением	142

<i>Лукиенко Л. В.</i> Совершенствование зубчатых тяговых органов для шахтных напочвенных дорог	146
<i>Лутошкин В. О., Покровский А. А.</i> Особенности выбора конструкции и расчета винтового домкрата для ремонта ходовой части пожарных автомобилей.....	148
<i>Масленников Р. А., Пучков П. В., Киселев В. В.</i> Снижение надежности крепежных резьб вследствие воздействия на них негативных факторов пожара.....	151
<i>Моисеева Е. Ю., Бурушкин А. И., Вагин А. А., Кропотова Н. А.</i> Улучшение проходимости робототехнических машин путем выбора движителя.....	156
<i>Мороз Н. А., Качуро А. М.</i> Оценка долговечности деталей машин на стадии развития трещин усталости.....	160
<i>Морозов А. Д., Арбузова А. А.</i> Беспилотная авиация на службе МЧС России	164
<i>Некрасов А. В.</i> Надежность гравитационных сепараторов	167
<i>Ноздрин М. А., Губина А. А.</i> Исследование прочности металлоизделий в конструкции парашюта	171
<i>Огаркова Т. А., Платонова Е. А., Ведерникова И. И.</i> Особенности формирования структуры борированных слоев при лазерном воздействии	174
<i>Огурцов Ф. Б., Колобов А. Б.</i> Исследование процесса взаимодействия тел качения с беговыми дорожками в подшипниках на базе анализа высокочастотной вибрации	178
<i>Огурцов В. А., Алешина А. П., Огурцов Ал. В., Огурцов Ан. В.</i> Кинетика многофракционного грохочения сыпучих материалов.....	182
<i>Осадчий Ю. П., Пахотина И. Н., Пахотин Н. Е.</i> Методы повышения надежности машин	185
<i>Пирогов Д. А., Маслов Л. Б., Шляпугин Р. В.</i> Аналитическое исследование привода запорного механизма для нефтегазовой промышленности	188
<i>Полетаев В. А., Дашевский А. Р.</i> Упрочнение деталей пожарной техники импульсной магнитной обработкой.....	191
<i>Реснянский С. Г.</i> Резервирование элементов и узлов пожарной техники как путь повышения её надежности и долговечности	195
<i>Савельев Д. В., Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Исследования диагностических параметров двигателя внутреннего сгорания автомобиля	198
<i>Сайкин М. С.</i> Анализ и выбор материалов постоянных магнитов для магнитожидкостных герметизаторов машин и механизмов.....	201
<i>Сайкин М. С., Федосеева В. П.</i> Исследование распределения магнитной индукции в магнитожидкостном датчике вибраций.....	205
<i>Семенов А. Д., Харламов Р. И., Курочкин В. Ю., Бочкарев А. Н.</i> О необходимости создания устройств для подъема крепления пожарных рукавов.....	208
<i>Сизов А. П., Комельков В. А., Еловский В. С., Топоров А. В., Гусев Л. А.</i> Анализ надежности узлов техники, используемой в чрезвычайных ситуациях при применении в её узлах уплотнительных устройств с магнитной жидкостью	211
<i>Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Формализация категории «сложность технических систем».....	214
<i>Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Влияние на пожарную опасность технологических систем характеристик надежности.....	217

<i>Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Оценка технического уровня изделий на основе патентной информации.....	221
<i>Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Модели и способы расчета базовых составляющих технического уровня.....	224
<i>Сопица В. А., Яковенко Т. А., Калентьев В. А., Бурцев А. В.</i> Отказы базовых шасси пожарных и аварийно-спасательных машин.....	227
<i>Сорокоунов В. П., Саламатов А. Г.</i> Инструкция на сдачу в ремонт и выдачу из ремонта автомобильной, пожарной и специальной техники и их основных агрегатов	230
<i>Сорокоунов В. П., Саламатов А. Г.</i> Испытания пожарных автомобилей после проведения ремонта.....	233
<i>Сорокоунов В. П., Саламатов А. Г.</i> Гарантийные сроки и наработка отремонтированных пожарных автомобилей	238
<i>Суконщиков А. А., Пучков П. В.</i> Новые технические решения, направленные на повышение долговечности соединительных рукавных головок	241
<i>Терентьев В. В., Краев Д. Е.</i> Исследование влияния режимов электроискровой обработки на твердость поверхности нержавеющей стали.....	244
<i>Топоров А. В., Перов Р. П.</i> Определение крутящего момента на колесах робота необходимого для въезда на лестничный марш	247
<i>Топоров А. В., Кузин С. С.</i> Повышение коррозионной стойкости резьбовых соединений пожарной техники.....	250
<i>Топоров А. В., Данилов С. П.</i> Применение технологии 3D печати при ремонте подъемно-транспортного оборудования.....	252
<i>Топоров А. В., Капитанов П. Н.</i> Структурный синтез механизма подъемно-опорного устройства для оснащения передвижной мастерской по ремонту, обслуживанию и эвакуации пожарной техники.....	254
<i>Харламов Р. И., Кнутов М. С., Еремкин Р. В.</i> Повышение надежности эксплуатации пожарных автомобилей	256
<i>Харламов Р. И., Бочкарев А. Н., Фионин Я. Е.</i> Повышение надежности пожарных рукавов в процессе эксплуатации	259
<i>Харламов Р. И., Колбашов М. А., Латухов А. В.</i> Повышение надежности оборудования для забора воды из пожарного гидранта	261
<i>Харламов Р. И., Разумков А. В.</i> Повышение эффективности технического обслуживания пожарных рукавов.....	264
<i>Чекан Г. В.</i> Эффективность модифицированного топологического метода при оценке безотказности электроэнергетических объектов	266
<i>Шилов М. А., Маслов Л. Б., Фомин С. В., Королев П. В.</i> Математическое описание изнашивания шин.....	270
<i>Широухов А. В., Иванов К. С.</i> Оптимизационные задачи синтеза многоступенчатого механического привода	274
<i>Шумнов Г. С., Шукин А. А., Скачко А. А., Иванов В. Е.</i> Восстановление деталей пожарных автомобилей клеевыми составами	278

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОЦЕССЫ

<i>Блинов О. В., Годлевский В. А., Парфенов А. С.</i> Программа выбора наиболее эффективного компонента смазочной композиции.....	280
<i>Бойцова В. В., Колобов М. Ю., Максимов А. С.</i> Технология изготовления порошковых металлостеклянных железуграфитовых материалов.....	284
<i>Годлевский В. А., Замятина Н. И., Диарра С.</i> Испытания некоторых поверхностно активных присадок в составе СОТС при резании металлов.....	287
<i>Козловский А. Э., Колобов М. Ю., Константинов Н. О., Шилов Н. М.</i> Анализ процесса пластической деформации металла методом построения диаграмм вдавливания.....	289
<i>Кузьева С. Э., Зарубин В. П., Легкова И. А.</i> Влияние смазочных материалов на процесс трения и изнашивания.....	293
<i>Лапочкин А. И., Сидоров А. А.</i> Использование магнитожидкостных смазок в узлах трения.....	295
<i>Лисицын Р. Ю., Маршалов М. С., Новиков В. В., Бурченков К. С.</i> Исследование свойств минеральных масел в условиях граничного трения при повышенных температурах.....	296
<i>Мальчиков Н. А., Зарубин В. П.</i> Выбор нагнетателей густой смазки для обслуживания пожарной техники.....	301
<i>Оганин А. Г., Легкова И. А., Зарубин В. П.</i> О способах утилизации отработанных технических жидкостей.....	304
<i>Полетаев В. А., Ведерникова И. И., Шпенькова Е. В.</i> Смазочно-охлаждающее технологическое средство для обработки металлов методом поверхностного деформирования.....	306
<i>Репин Д. С., Зарубина Е. В., Сырчин М. В.</i> Планирование эксперимента и нахождение оптимальных параметров использования СОТС.....	310
<i>Степанова Т. Ю.</i> Исследование заменителя масла И-50.....	313
<i>Терентьев В. В., Телегин И. А., Аконова О. Б.</i> Исследование свойств металлоплакирующей смазочной композиции.....	315
<i>Топорова Е. А.</i> Влияние смачивающих свойств смазочной композиции на основе маловязких масел на её трибологические свойства.....	319
<i>Фомин С. А., Зарубин В. П.</i> Обзор присадок к трансмиссионным маслам.....	325
<i>Харламов Р. И., Годлевский В. А.</i> Анализ структуры смазочного слоя веществ с мезогенными свойствами.....	329
<i>Харламов Р. И., Семенов А. Д.</i> Улучшение антифрикционных свойств смазочного слоя в узлах трения.....	333
<i>Шляпников М. Ф., Зарубин В. П.</i> К вопросу замены технических жидкостей пожарной техники.....	335

ТРИБОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

<i>Даровской Г. В., Поляков В. Н., Шайхиев А. Р.</i> Модернизация приборной стойки машины трения ИИ 5018.....	339
<i>Догадкин В. С., Пучков П. В.</i> Повышение долговечности и ремонтпригодности протяжки для обработки глубоких отверстий.....	342

<i>Догадкин В. С., Пучков П. В.</i> Устройство для получения корня стружки в заданной для изучения области образца	344
<i>Егорычева Е. В., Фомина Е. М.</i> Влияние упрочняющих технологий на дислокационную структуру инструмента.....	347
<i>Егорычева Е. В.</i> Упрочнение инструмента из быстрорежущей стали.....	351
<i>Егорычева Е. В., Волкова М. Ю.</i> Анализ фазового состава режущего инструмента на разных этапах изнашивания.....	353
<i>Киселев Б. Р., Мельников А. А.</i> Физическое моделирование трибосистемы зубчатой передачи.....	356
<i>Копосов В. Н.</i> Выбор структурно-компоновочных решений автоматизированных систем инструментального обеспечения ГПС на ранней стадии проектирования.....	359
<i>Королёв П. В., Королева С. В., Матрохин А. Ю.</i> Молекулярно-динамическое моделирование в решении задач прогнозирования свойств композиционных материалов.....	362
<i>Полетаев В. А., Власов А. М., Пахолкова Т. А.</i> Пример расчета фактической площади контакта в подшипнике скольжения при гидродинамической (жидкостной) смазке.....	367
<i>Полетаев В. А., Зайцев А. А.</i> Повышение механических характеристик режущего медицинского инструмента	371
<i>Полетаев В. А., Басыров И. З.</i> Моделирование износа режущей кромки скальпеля	374
<i>Сакулин А. С., Жуков Л. В.</i> Исследование износостойкости пар трения дизеля после применения наноматериалов	378
<i>Топоров А. В., Топорова Е. А.</i> Определение износа эластомерного материала в паре трения резина–металл при использовании магнитной жидкости.....	381
<i>Фомин С. А., Гаврилов С. О., Киселев В. В.</i> Основные причины износа деталей пожарных автомобилей.....	383
<i>Харламов Р. И., Годлевский В. А.</i> Трибологические проблемы в пожарной технике	387

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

<i>Балабанов В. А., Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Пути повышения качества профессиональной подготовки обучающихся в вузе	390
<i>Балабанов В. А., Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Вопросы контроля качества профессиональной подготовки обучающихся в вузах МЧС России	393
<i>Балашова А. Е., Егорова Н. Е.</i> Обзор отечественных и зарубежных информационных разработок по предупреждению чрезвычайных ситуаций	396
<i>Бойков А. А.</i> Анализ подходов к созданию системы компьютерной проверки решений конструктивных задач инженерной геометрии.....	400
<i>Бойков А. А., Варфоломеева А. А., Идрисова Ф. С., Пентюрин В. Р.</i> О создании библиографической базы публикаций по инженерной геометрии	404
<i>Бойков А. А., Малахов Д. А.</i> Точное представление параболы в САПР «КОМПАС-3D» при помощи кривой Безье	407
<i>Бочкарев А. Н.</i> Актуальные вопросы инженерно-технической подготовки пожарных и спасателей по обеспечению пожарной безопасности на гражданских аэродромах.....	411

<i>Бубнов А. Г., Курочкин В. Ю., Моисеев Ю. Н.</i> Оценка возможности упрощения выбора пожарных стволов на примере СПСЧ города Иваново.....	415
<i>Бурлаков А. А., Воловиков В. С.</i> К вопросу оценки качества процесса восстановления объектов связи при использовании комплекта запасных частей	423
<i>Волкова М. Ю.</i> Конструирование медицинских адаптационных механизмов.....	426
<i>Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Роль законов философии в процессе создания пожарной техники нового поколения	429
<i>Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Исследование этапов морфологического множества технических систем	432
<i>Воронин С. В., Скрипник И. Л., Балабанов В. А.</i> Особенности управления памятью обучающихся в учебных заведениях МЧС России.....	435
<i>Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Особенности преподавания учебных дисциплин слушателям заочного обучения.....	438
<i>Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Организация и поддержание отношений преподавателя с обучающимися	441
<i>Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Контроль знаний обучающихся в системе дистанционного обучения.....	444
<i>Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Управление познавательной деятельностью обучающихся во время проведения занятий.....	447
<i>Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Проблемное обучение как одна из активных форм образовательного процесса в вузе	450
<i>Гарелина С. А., Кузьмичёва И. А., Латышенко К. П.</i> Опыт постановки лабораторной работы «Определение прочности бетона измерителем ИПС-МГ 4.01»	453
<i>Гессе, Ж. Ф. Егоров А. С.</i> Постановка задач по исследованию зажигательной и взрывной способностей пиротехнических изделий.....	455
<i>Гутовский А. В.</i> Анализ возможностей технических средств защиты от повышенных тепловых воздействий пожаров.....	459
<i>Демидова Г. Д., Колобов М. Ю.</i> Методические аспекты преподавания инженерной графики в системе «Школа – технический вуз»	461
<i>Заводова В. В., Егорова Н. Е.</i> Классификация и методы проведения компьютерно-технической экспертизы.....	464
<i>Зимин Г. С., Семенов А. О.</i> Обзор наиболее крупных аварий на химически опасных объектах	466
<i>Каверзнева Т. Т., Киреева Л. А., Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Распространение загрязнений воздушной среды по тупиковому участку тоннеля при отключенной системе вентиляции.....	469
<i>Каверзнева Т. Т., Сенченко В. А., Скрипник И. Л.</i> Надежность системы обеспечения безопасности при проведении работ на высоте	471
<i>Кадочникова Е. Н., Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Разработка методики профессиональной подготовки обучающихся	474
<i>Кадочникова Е. Н., Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Содержание основных этапов методического обеспечения по формированию специальных дисциплин	477
<i>Кадочникова Е. Н., Воронин С. В., Скрипник И. Л.</i> Повышение качества обучения с использованием автоматизированной обучающей системы	480

<i>Калинин А. С., Кнутов М. С.</i> Разработка устройства сушки напорных пожарных рукавов.....	483
<i>Катаманов А. А., Егоров С. А.</i> Управление натяжением на основовязальной машине	486
<i>Кичайкин В. В., Смирнов А. А., Курочкин В. Ю., Ниткин А. Н.</i> Концепция развития современных пожарных автомобилей	489
<i>Кнутов М. С., Харламов Р. И., Смирнов А. А.</i> Оптимизация процесса мойки пожарных рукавов в подразделениях пожарной охраны	493
<i>Кокурин Д. А., Легкова И. А.</i> История развития информационных технологий	496
<i>Кропотова Н. А., Иванов В. Е., Моисеева Е. Ю.</i> Реализация профессионально-ориентированного и адаптационного подходов при подготовке специалистов пожарной охраны.....	499
<i>Кропотова Н. А., Легкова И. А.</i> Принципы адаптивности инженерно-технической подготовки кадров профессионального образования.....	505
<i>Куваева Е. Ю., Колобов М. Ю.</i> Инновационные технологии в преподавании графических дисциплин	507
<i>Кузьмина Т. А., Романов Н. Н., Кузьмин А. А.</i> Натурно-виртуальная модель лабораторного практикума.....	510
<i>Милосердов Е. П., Голубихин А. А.</i> Применение 3D фракталов для синтеза объемных фильтров очистки потока отходящих газов	513
<i>Милосердов Е. П., Мукучян А. А., Кузнецов М. А.</i> Восстановление полигональных моделей по совокупности их ортогональных проекций.....	515
<i>Михайлов В. А.</i> Слагаемые успешности инженерно-технической подготовки пожарных и спасателей.....	517
<i>Михайлова В. В.</i> Компетентностный портфолио выпускника вуза МЧС России инженерно-технического профиля.....	520
<i>Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е.</i> Организация работы обучающихся на лекциях с использованием интерактивных форм обучения.....	522
<i>Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е.</i> Применение интеллект-карт на занятиях по дисциплине «Теория горения и взрыва».....	524
<i>Натарев С. В., Сироткин А. А., Беляев С. В.</i> Сравнительная оценка работы сушилок при конвективном подводе теплоты.....	528
<i>Никишов С. Н., Захаров Д. Ю., Волков О. Г.</i> Определение наиболее эффективных способов развертывания сил и средств на этажи здания.....	532
<i>Никишов С. Н., Чистяков И. М., Шипилов Р. М.</i> Совершенствование методики проведения расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания для обеспечения безопасности работающих звеньев газодымозащитной службы в непригодной для дыхания среде.....	537
<i>Ноздрин М. А., Суркова П. В.</i> Биомеханический тонус мышцы руки	540
<i>Оганин А. Г., Арбузова А. А.</i> Разработка и применение мультимедийных интерактивных плакатов в учебном процессе вуза	542
<i>Павлюкова Н. Л.</i> Применение интеллект-карт для структурирования лекционного материала по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов».....	547
<i>Парфенова А. И., Моисеева Е. Ю., Жеребцова М. А., Кропотова Н. А., Топоров А. В.</i> Совершенствование устройства для омагничивания нефтепродуктов.....	549

<i>Парфенова А. И., Моисеева Е. Ю., Жеребцова М. А., Кропотова Н. А., Топоров А. В.</i> Разработка технического решения для омагничивания нефтепродуктов и последующего удаления с поверхности воды	554
<i>Парфенова А. И., Моисеева Е. Ю., Жеребцова М. А., Кропотова Н. А.</i> Обзор методов и средств сбора омагниченных нефтепродуктов с поверхности воды при аварийных проливах.....	559
<i>Подобед Д. Л.</i> Корректировка последовательности при проведении боевой проверки дыхательных аппаратов.....	563
<i>Покровский А. А.</i> Формы связи влаги с материалом напорных пожарных рукавов	566
<i>Савельев Д. В., Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Исследования диагностических параметров двигателя внутреннего сгорания автомобиля	569
<i>Садовский Д. С., Курочкин В. Ю.</i> Анализ функционирования ведомственной пожарной охраны на железнодорожном транспорте	572
<i>Сафронов Н. А., Покровский А. А.</i> Основные способы сушки напорных пожарных рукавов	576
<i>Семенов А. О., Белорожев О. Н., Иванов В. Е.</i> Алгоритм автоматизации пожарно-тактических задач	579
<i>Семенов А. О.</i> Разработка автоматизированной системы поддержки принятия решений при тушении природных пожаров	582
<i>Серебряков А. А., Шумнов Г. С., Иванов В. Е.</i> Обзор современного программного обеспечения для создания трехмерной модели башенной сушилки	585
<i>Серебряков А. А., Архангельский К. Н., Иванов В. Е.</i> Современное оборудование для сушки пожарных рукавов.....	589
<i>Сидоров А. А.</i> Эффективность трехмерного компьютерного моделирования при инженерно-технической подготовке будущих специалистов	592
<i>Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Разработка методики выбора новых образцов техники	595
<i>Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Определение пожароопасности электротехнического изделия	598
<i>Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Организация практических занятий и самостоятельной работы обучающихся в вузе.....	600
<i>Скрипник И. Л., Воронин С. В.</i> Роль и место лекции в образовательном процессе вуза	604
<i>Суматохин Е. Е., Есина М. Г., Захаров Д. Ю.</i> Инновационные технологии в структуре ГПС МЧС России.....	607
<i>Таратынов А. Н., Захаров Д. Ю., Волков О. Г.</i> Оценка антропометрических показателей газодымозащитников.....	611
<i>Чечулин К. Н., Савельев Д. В., Скрипник И. Л.</i> Определение диагностических параметров двигателя внутреннего сгорания автомобиля	614
<i>Шныпарков А. В., Копытков В. В.</i> К вопросу о времени ношения боевой одежды пожарных	617
<i>Яковенко Т. А.</i> Оценка качества знаний обучаемых на примере дисциплины «Прикладная механика».....	619

НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ IX ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ИВАНОВО, 12 АПРЕЛЯ 2018 г.

Текстовое электронное издание

Издается в авторской редакции

Подготовлено к изданию 03.04.2018 г.
Формат 60×84 1/8. Усл. печ. л. 39,3. Уч.-изд. л. 36,5. Заказ № 7

Отделение организации научных исследований
экспертно-консалтингового отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33

ISBN 978-5-6040373-1-7



9 785604 037317