

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Боднарук В. Б., Королев А. О., Михаленко Д. С.</b> О проектировании спасательных устройств с центробежным тормозом .....	8
<b>Насибов Ф. М. оглы, Кулаковский Б. Л., Казутин Н. Г.</b> Исследование и анализ надежности специальных агрегатов и систем и методов их диагностирования .....	10
<b>Старосто Р. С., Мордус И. Э.</b> Вопрос конструктивного исполнения ограждающих конструкций путей эвакуации .....	14
<b>Керимов К. Д.</b> Использование компьютерного планшета для оптимизации работы спасателя .....	17
<b>Агаев В. Н., Мамедов С. В., Гулиев А. А.</b> Современное аварийно-спасательное оборудование .....	19
<b>Менешев А. Х., Акиншин Н. А.</b> Усовершенствование качества работы воздухо-наполнительных компрессоров при эксплуатации в зимних условиях на базах ГДЗС в северных регионах Республики Казахстан.....	23
<b>Скорород А. З., Жукалов В. И.</b> Исследование проводимости пожарной колонки .....	26
<b>Салохиддинов К. С., Кобулиев З. В., Абдусаматов М.</b> Проблемы и перспективы развития пожарной техники в Таджикистане .....	28
<b>Камлюк А. Н., Пармон В. В., Стриганова М. Ю., Морозов А. А., Ширко А. В.</b> Расчет геометрии проточного канала пожарного ствола.....	32
<b>Короткевич С. Г., Ковтун В. А.</b> Современные подходы к прогнозированию работы деталей и узлов пожарной аварийно-спасательной техники путем использования компьютерного моделирования.....	34
<b>Скорород А. З.</b> Влияние органических наполнителей на структуру и свойства покрытий из полиэтилентерефталата.....	36
<b>Нуралиев К., Абдусаматов М., Акрамов А. К., Копытков В. В.</b> Атмосферостойкость огнезащитных составов.....	37
<b>Скорород А. З.</b> Защитные металлополимерные покрытия для пожарной аварийно-спасательной техники и методы их формирования.....	38

---

<b>Вертячих И. М., Волков Ю. А., Жукалов В. И.</b> О возможности применения в аналоговом тепловом пожарном извещателе термочувствительного элемента на основе активных полимерных материалов .....	41
<b>Скороход А. З., Копытков В. В., Матюха С. Л.</b> Огнезащитная эффективность разрабатываемых составов.....	43
<b>Мигаленко К. И., Мигаленко А. И., Куренная О. В.</b> Метод борьбы с распространением торфяного пожара .....	44
<b>Алмазов К. Д. оглы, Гоман П. Н.</b> Улучшение противопожарных требований лесных массивов Азербайджанской Республики в борьбе с лесными пожарами.....	46
<b>Абдусаматов М., Кобулиев З. В., Нуралиев К.</b> Водно-энергетические вопросы Центральной Азии и пути их решения .....	50
<b>Козловская Е. Л., Стриганова М. Ю.</b> Оценка факторов загрязнения источников водоснабжения .....	53
<b>Вертячих И. М., Жукалов В. И.</b> Исследование сорбционной емкости комбинированного сорбента нефти и нефтепродуктов.....	55
<b>Кобулиев З. В., Нуралиев К., Абдусаматов М.</b> Гидроэнергетический потенциал Таджикистана и реализация гидроэнергетических проектов.....	57
<b>Копытков В. В., Шныпарков А. В.</b> К критериям выбора ингредиентов при разработке огнезащитных составов .....	60
<b>Вертячих И. М., Жукалов В. И., Скороход А. З.</b> Полнокомпазитные баллоны для дыхательных аппаратов на сжатом воздухе и пути их совершенствования.....	62
<b>Ковтун В. А., Горбацевич Р. Л., Пасовец В. Н.</b> Триботехнические характеристики порошковых фрикционных композиционных материалов для пожарной аварийно-спасательной техники .....	63
<b>Вертячих И. М., Скороход А. З., Жукалов В. И.</b> Оценка касательного напряжения, возникающего на стенке рабочего колеса центробежного насоса .....	65
<b>Алмазов К. Д. оглы.</b> Противопожарное водоснабжение.....	67
<b>Пасовец В. Н., Дараган А. А.</b> Роботизированный комплекс автоматического обнаружения и ликвидации очага возгорания.....	72
<b>Деревянко А. А.</b> Тенденции развития автоматических установок порошкового пожаротушения .....	75
<b>Котов Г. В.</b> Повышение эффективности водяных завес за счет интенсивности турбулентного воздействия.....	76

---

<b>Вертячих И. М., Скороход А. З., Жукалов В. И.</b> Повышение эффективной мощности пожарных центробежных насосов .....	79
<b>Полстянкин Р. М., Поспелов Б. Б.</b> Модели случайного очага возгорания в помещениях.....	81
<b>Землянский О. Н., Куценко С. В., Тараненко С. П.</b> Обнаружение наличия опасного электрического напряжения при подаче токопроводящего огнетушащего вещества.....	84
<b>Поспелов Б. Б., Андронов В. А.</b> Учет случайной скорости выгорания горючего материала в помещениях .....	86
<b>Нуянзин А. М., Сидней С. А., Поздеев С. В.</b> Адекватность математической модели тепломассообмена испытаний на огнестойкость несущих стен .....	88
<b>Акбаров А., Нуралиев К.</b> Малоэтажный жилой дом из местного строительного материала в условиях горного региона Таджикистана .....	90
<b>Цвиркун С. В., Березовский А. И., Джулай А. Н.</b> Моделирование системы противодымной защиты незадымляемой лестничной клетки .....	93
<b>Чорномаз И. К., Парасюк Д. А.</b> Спасательная накидная петля для пожарно-спасательных подразделений .....	96
<b>Шустров А. П., Кустов О. Ф.</b> Перспективные направления в области электробезопасности.....	98
<b>Ярмолич А. А., Грачев С. А.</b> Определение необходимости устройства молниезащиты на административное здание.....	100
<b>Боярин А. В., Грачев С. А.</b> Расчет риска для принятия решения о необходимости молниезащиты загородного дома .....	104
<b>Кикинев В. В., Набатова А. Э., Никонорова К. О.</b> Мобильные устройства в сфере обеспечения безопасности: GPS-трекер Meitrack MT90.....	107
<b>Кикинев В. В., Никонорова К. О.</b> Профили использования автономных мобильных устройств безопасности .....	109
<b>Волков Ю. А.</b> Комплексная система безопасности здания на базе структурированной системы протоколов обмена.....	111
<b>Волков Ю. А.</b> Проектирование установок водяного и пенного пожаротушения на промышленном предприятии .....	114
<b>Гасанов Х. Ш.</b> Модель воздействия опасных факторов чрезвычайной ситуации на показания тепловизора .....	117

---

<b>Иванец Г. В., Стецюк Е. И., Толкунов И. А., Шевчук А. Р.</b> Модель процесса изменения обобщенных параметров чрезвычайных ситуаций природного характера .....	119
<b>Гулиев А. А. оглы.</b> Психологическая помощь пострадавшим в чрезвычайных ситуациях .....	121
<b>Саломатин А. С., Грачев С. А.</b> Определение остаточных ресурсов силовых кабелей и проводов с целью обеспечения пожарной безопасности .....	124

## Уважаемые коллеги!

Мы рады объявить, что Международная научно-практическая on-line конференция «Технические средства предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» начинает свою работу.

Целью проведения конференции является прежде всего стимулирование контактов между учеными разных стран, специализирующимися в области предупреждения и ликвидации ЧС. К участию в конференции приглашается профессорско-преподавательский состав учреждений образования, молодые ученые и практические работники органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям.

Организаторами данного мероприятия выступают кафедры «Автоматические системы пожарной безопасности» и «Пожарная аварийно-спасательная техника» ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь.

Научная программа конференции включает в себя вопросы, связанные с теоретическими основами, разработкой и особенностями практического применения современной пожарной техники и аварийно-спасательного оборудования, инженерной техники, оборудования связи и оповещения, систем пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, противопожарного водоснабжения, управления эвакуацией. Отдельную весьма значительную и перспективную тему образуют вопросы, посвященные безопасности инженерных систем.

Мы надеемся, что конференция пройдет в непринужденной и творческой атмосфере, что сделает нашу встречу в режиме online плодотворной и интересной.

Мы желаем успеха всем принимающим участие в нашем научном мероприятии!

Начальник кафедры ПАСТ  
канд. техн. наук, доцент

В. В. Копытков

Заведующий кафедрой АСПБ  
канд. техн. наук

В. В. Кикинев

УДК 614.847.79

## **О ПРОЕКТИРОВАНИИ СПАСАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С ЦЕНТРОБЕЖНЫМ ТОРМОЗОМ**

**В. Б. Боднарук**, ст. преподаватель

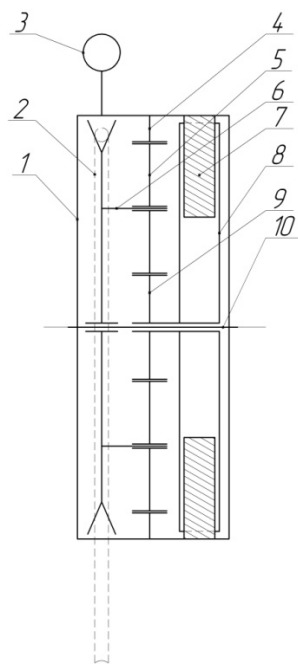
**А. О. Королев**, преподаватель, магистр техн. наук

**Д. С. Михаленко**, курсант

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

В настоящее время получили распространение спасательные устройства для спасения с высоты с центробежным тормозом. Эти устройства обладают существенными преимуществами: использование неквалифицированным персоналом; спуск груза или пострадавшего без сознания; управление скоростью спуска при самоспасании. В отечественной литературе алгоритмы расчета подобных систем не рассмотрены. В данной работе нами проанализирована конструкция спасательных устройств и разработан алгоритм расчета спасательного устройства с центробежным тормозом.

Первоначально нужно задать рабочую нагрузку и скорость спуска. Для обеспечения отсутствия сопутствующего травматизма при спуске скорость спуска целесообразно ограничить величиной 1 м/с. Рабочую нагрузку необходимо выбирать из расчета спуска двоих взрослых людей (предположим, что пострадавший не может спуститься без сопровождения), например, 250 кг. Из анализа конструкции аналогичных устройств [2] можно задаться такой важной характеристикой, как диаметр барабана центробежного тормоза, например, 120 мм. Внешний диаметр шкива можно взять равным диаметру тормозного устройства. Веревка может иметь один или несколько витков вокруг шкива. В случае использования одного витка профиль канавки шкива должен иметь клиновую форму для заклинивания в нем веревки. Для снижения массы центробежного тормоза следует увеличить скорость его вращения. Наиболее целесообразно применение планетарного мультипликатора как обеспечивающего минимальную массу и габариты. Кинематическая схема спасательного устройства представлена на рис. 1.



*Рис. 1.* Устройство спасательное:

- 1 – корпус; 2 – спасательная веревка; 3 – верхний подвес;  
 4 – эпициклическая шестерня; 5 – сателлит; 6 – водило (шків);  
 7 – груз центробежного тормоза; 8 – ведущий элемент  
 центробежного тормоза; 9 – солнечная шестерня; 10 – ось

Принцип действия спасательного устройства заключается в следующем. При спуске пострадавшего веревка приводит во вращение шкив, который одновременно выполняет функции водила планетарного мультипликатора, повышающего скорость вращения ведущего элемента центробежного тормоза. Под воздействием центробежной силы грузы центробежного тормоза расходятся от центра, трутся о корпус, за счет этого возникает тормозной момент, ограничивающий скорость спуска пострадавшего.

Исходя из габаритных ограничений (диаметр барабана центробежного тормоза) и рекомендаций [1], принимаем минимальное передаточное число мультипликатора. Далее расчет необходимо вести по цепочке. Из известной скорости спуска и передаточного числа мультипликатора рассчитываем скорость вращения ведущего элемента центробежного тормоза. По рабочей нагрузке и диаметру шкива рассчитываем требуемый тормозной момент. Умножим требуемый тормозной момент на передаточное число мультипликатора и получим требуемый тормозной момент на центробежном тормозе. Зная требуемый тормозной момент и скорость вращения ведущего элемента, определяем массу грузов центробежного тормоза. После выполне-

ния расчета необходимо выполнить эскизное проектирование, уточнить значения и выполнить расчет по уточненным значениям.

Таким образом, в результате анализа конструкции спасательных устройств разработан оригинальный алгоритм расчета спасательного устройства с центробежным тормозом.

### Литература

1. Планетарные передачи : справочник / под ред. В. Н. Кудрявцева и Ю. Н. Кирдяшева. – Л. : Машиностроение, 1977. – 536 с. : ил.
2. Спускные устройства. – Режим доступа: [http://lishop.by/catalog/otdykh\\_i\\_turizm/alpinizm/spuskovye\\_ustroystva/](http://lishop.by/catalog/otdykh_i_turizm/alpinizm/spuskovye_ustroystva/). – Дата доступа: 05.12.2015.

УДК 614.8

## ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ И СИСТЕМ И МЕТОДОВ ИХ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

**Ф. М. оглы Насибов**, начальник курса факультета «Пожарной безопасности»

*Академия МЧС Республики Азербайджан, г. Баку*

**Б. Л. Кулаковский**, канд. техн. наук, доцент

**Е. Г. Казутин**, ст. преподаватель, магистр техн. наук

*ГУО «Командно-инженерный институт»*

*МЧС Республики Беларусь, г. Минск*

Совершенствование конструкции машин, современные методы расчета на прочность деталей и механизмов, тщательность монтажа и сборки обеспечивают выпуск продукции высокого качества.

Под качеством продукции понимается совокупность ее свойств, удовлетворяющих определенным потребностям в соответствии с ее назначением. Качество ПА можно характеризовать рядом составляющих. К ним относятся: соответствие ПА условиям эксплуатации Государственной Службой Пожарной Безопасности МЧС Республики Азербайджан:

- эргономические требования;
- трудоемкость изготовления;
- оптимальная металлоемкость;
- экономичность производства и эксплуатации;
- высокая надежность.



Качественная машина должна отвечать требованиям высокой боевой готовности и оперативной подвижности, эффективной подачи огнетушащих средств, технической эстетики.

Обеспечение перечисленных свойств и соответствующих им характеристик – необходимое условие создания качественной машины или любого другого вида оборудования (например, пожарных напорных рукавов, изолирующих противогазов и т. д.). Однако ненадежная работа обесценивает машину, какими бы высокими качествами она не обладала. Поэтому надежность – важнейшая составляющая качества машины.

Надежность продукции обеспечивается на всех этапах ее создания и эксплуатации. Ошибки проектирования, недостатки изготовления, недочеты эксплуатации сказываются на надежности.

Надежность имеет государственное значение. От нее зависит производительность труда, так как простой машин наносит большой ущерб государству. Она связана с экономическими проблемами. Это обусловлено трудоемкостью обслуживания и ремонта ненадежных машин.

Необходимость оценки надежности ПА обусловлена следующими причинами.

Во-первых, усложнились машины и их функции. Появились автоматические системы: автомобильные лестницы, насосные станции и т. д. Машины этого типа состоят из тысяч деталей, большого числа гидравлических, электрических и других приводов. Любой из элементов приводов или двигателей вследствие существенного усложнения систем может представлять потенциальную угрозу нормальному функционированию машин. Кроме того, механизмы таких машин труднее обслуживать и проверять. Это также может приводить к ухудшению работы машин.

Во-вторых ПА стала более мощной, увеличилась литровая мощность двигателей. Все это привело к увеличению напряженности деталей.

### **Показатели надежности ПА**

**Основные понятия.** Надежность – это свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки.

Продолжительность или объем работы объекта до отказа называется наработкой.

Работоспособное состояние объекта – это такое состояние, при котором выполняются заданные функции с сохранением значений заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией. Так, пожарный насос работоспособен, если он подает воду в количестве не менее 85 % нормы.

Надежность объекта зависит от условий его эксплуатации. По испытаниям ЗИЛа, один и тот же элемент – рессора подвески – имеет долговечность свыше 150 тыс. км при эксплуатации автомобилей на асфальтобетонном шоссе и менее 10 тыс. км на проселочных дорогах.

**Единичные показатели надежности.** Для количественной оценки какого-либо одного свойства надежности объекта используют единичные показатели.

**Анализ надежности пожарной техники.** В ГСПБ Азербайджана несколько раз в год проводятся плановые оценки и анализ технического состояния ПА по составленному ранее документу.

**Значение надежности при эксплуатации ПА.** Надежность объектов закладывается при проектировании, обеспечивается при изготовлении, проявляется и поддерживается в эксплуатации (рис. 1).



Рис. 1. Влияние оценки надежности на совершенствование ПА

### **Методика оценки технического состояния вакуумной системы.**

Автомобиль необходимо установить на осмотровую канаву или на ровной поверхности пола с проверкой системы с помощью специальной тележки.

На первом этапе проверки необходимо убедиться в герметичности труб отвода отработавших газов от коллектора двигателя до газоструйного вакуум-аппарата. Для этого сразу после пуска двигателя проверяются рукой, устанавливаются и отмечаются мелом места прогаров трубопроводов.

Проверяется плотность прилегания заслонки к седлам корпуса. При выключенном газоструйном вакуум-аппарате стяжная пружина должна обеспечивать плотное прилегание заслонки к седлу и отработавшие газы не должны выходить через сопло аппарата.

При включенном аппарате все отработавшие газы должны выходить через сопло. Если часть отработавших газов попадает в глушитель, минуя сопло, необходимо установить причину неисправности.

Причинами могут быть:

- нагар на заслонке, ее прогар;
- нагар на седле, трещины;
- погнутые тяги привода;
- прогар, износ оси, посадочного гнезда рычага.

Проверяется состояние сопла, его посадочного гнезда. Внутренняя часть сопла должна быть ровной, без нагара. Сопло должно плотно крепиться в посадочном гнезде.

Затем проверяется герметичность трубопровода, соединяющего диффузор газоструйного вакуум-аппарата с вакуум-краном: плотность крепления фланцев, наличие отверстий, трещин. Проверка осуществляется визуально. При опрессовке пожарного насоса временно включив вакуум-кран (рычаг на себя), осмотреть трубопровод на всем его протяжении. Обнаруженные неплотности, отверстия, трещины отметить мелом для последующего восстановления сваркой.

Одной из причин медленного создания разрежения при включении вакуумной системы может быть чрезмерный износ кулачка валика вакуум-крана. При этом нижний клапан открывается недостаточно, увеличивая тем самым время забора воды из открытого водоисточника.

### **Литература**

1. Мисюкевич, Н. С. Пожарная автоматика: Учебное пособие : практикум / Н. С. Мисюкевич.

2. Кулаковский, Б. Л. Пожарные аварийно-спасательные и специальные машины : учеб. пособие / Б. Л. Кулаковский, В. И. Маханько, А. В. Кузнецов.
3. Эксплуатация пожарной аварийно-спасательной техники : учеб. пособие / Б. Л. Кулаковский [и др.].
4. Пожарная аварийно-спасательная техника : учеб. пособие : в 2 кн. / Н. С. Мисюкевич [и др.] ; под общ. ред. Н. С. Мисюкевича.
5. Кулаковский, Б. Л. Пожарно-техническое и аварийно-спасательное оборудование : учеб. пособие ; под общ. ред. Б. Л. Кулаковского. – Ч. I.

УДК 614.8

## **ВОПРОС КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ**

**Р. С. Старосто**, преподаватель  
**И. Э. Мордус**, ст. преподаватель

*ГОУ «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Одним из важнейших вопросов обеспечения пожарной безопасности объектов является вопрос соответствия путей эвакуации требованиям технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации.

Эвакуация людей из зданий при пожаре является естественным процессом их защиты от воздействия опасных факторов пожара, интенсивно распространяющихся по эвакуационным путям. При аварийном движении, например при пожаре, выбор пути может зависеть от того, насколько безопасным представляется движение по тому или иному пути (задымление, угроза обрушения конструкций и т. п.). В таких случаях соображения о безопасности оказываются доминирующими над всеми другими. Поэтому при проектировании и строительстве должны быть предусмотрены конструктивные и инженерно-технические решения, предотвращающие в случае пожара распространение дыма, огня и обеспечивающие возможность эвакуации людей до наступления угрозы их жизни и здоровью.

Основопологающим документом, устанавливающим требования к сооружениям, проектной документации, строительным материалам и изделиям, работам в строительстве в целях защиты жизни и здоровья и граждан, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей (пользователей) относительно назначения и безопасности сооружений, проектной документации, строительных материалов

и изделий, работ в строительстве является источник [1], в котором определены мероприятия по снижению вероятности возникновения пожара, минимизации ущерба, нанесенного пожаром, и по противопожарной защите, которые должны обеспечивать выполнение требований: возможность безопасной эвакуации людей до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара; ограничение распространения опасных факторов пожара. Кроме этого установлены основные способы обеспечения пожарной безопасности, которые включают: установление необходимых количества, размеров и соответствующего конструктивного исполнения эвакуационных путей и выходов; обеспечение возможности беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям.

Требования к путям эвакуации изложены в [2]. Основным требованием к конструктиву путей эвакуации является «Стены и перегородки, ограждающие пути эвакуации от смежных помещений, должны иметь предел огнестойкости не менее: REI(W) (EI(W)) 45 – в зданиях I–IV степеней огнестойкости, REI(W) (EI(W)) 30 – в зданиях V и VI степеней огнестойкости, REI(W) (EI(W)) 15 – в зданиях VII степени огнестойкости» [2, п. 5.1.34]. Применение данного положения направлено на то, чтобы оградить людей от воздействия большинства ОФП. Однако следует отметить важное обстоятельство практического применения данного положения при строительстве, реконструкции. Достаточно часто данное требование трактуется в части обеспечения только пределов огнестойкости ограждающих конструкций, без учета архитектурных решений, форм и конструктивного исполнения ограждающих конструкций. При этом необходимо отметить, что в технических нормативных правовых актах не учтены требования при наличии в указанных конструкциях проемов, которые не подлежат соответствующему заполнению, а также исполнение конструкций в вертикальном направлении, т. е. в перегородках, стенах ограждающих пути эвакуации, возможно устройство любых «не дверных» проемов, кроме этого данные конструкции не обязательно выводить на всю высоту этажа.

Пожар в помещениях смежных с путями эвакуации неизбежно вызовет задымление, а в ряде случаев и распространение пожара в последние. Так, трагическими примерами последствий пожаров и несоответствия путей эвакуации требованиям пожарной безопасности на объектах являются: пожар, произошедший в апреле 2013 г. в психиатрической больнице в поселке Раменский в Подмосковье Российской

Федерации, унесший жизни 38 человек; 31 января 2009 года пожар в доме ветеранов поселка Подъельск Российской Федерации – 23 человека погибло; яркий пример – пожар, произошедший 3 апреля 2013 г. в медресе бывшей столицы Мьянмы – Янгоне, в огне пожара погибло 13 детей. Большинство жертв скончались от ожогов дыхательных путей. Дети не смогли выбраться из здания общежития мусульманской школы-интерната, так как двери были заперты в целях безопасности.

Данные примеры показывают актуальность вопроса выполнения комплекса мероприятий пассивной противопожарной защиты зданий и сооружений. В связи с вышеизложенным понятно, что требования действующих нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования к конструкциям, ограждающим пути эвакуации, не отражают в полной мере требований безопасности, изложенных в [1], и требуют проработки для установления конкретных положений к соответствующим конструкциям, участвующим в обеспечении безопасности объектов.

### Литература

1. Технический регламент «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» ТР 2009/013/ВУ : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 31 дек. 2009 г. № 1748. – (Опубл. в Нац. реестре правовых актов Респ. Беларусь, 2010 г., № 15, 5/31029).
2. Здания и сооружения. Эвакуация людей при пожаре. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-2.02-279–2013 (02250). – Взамен СНБ 2.02.02–01. – Введ. 01.09.13. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2013. – 31 с. – (Нац. комплекс техн. норматив. правовых актов в области архитектуры и стр-ва).
3. Предтеченский, В. М. Проектирование зданий с учетом организации движения людских потоков : учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., доп. и перераб. / В. М. Предтеченский, А. И. Милинский. – М. : Стройиздат, 1979. – 375 с : ил.
4. Пожарная профилактика в строительстве : учеб. пособие для пожар.-техн. училищ / Б. В. Грушевский [и др.]. – М. : Стройиздат, 1989. – 368 с. : ил.
5. Большой строительный терминологический словарь-справочник. Официальные и неофициальные термины и определения в строительстве, архитектуре, градостроительстве и строительной технике / В. Д. Наумов [и др.] ; под ред. Ю. В. Феофилова. – Минск : Минсктиппроект, 2008. – 816 с.
6. Холщевников, В. В. Исследование людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре : монография / В. В. Холщевников. – М. : МИПБ МВД России, 1999. – 93 с.
7. Сетевое издание «Интерфакс» – Режим доступа: <http://www.interfax.ru/world/298837>. – Дата доступа: 22.03.2015.
8. Сетевое издание (сайт) Комсомольская правда ([www.kp.by](http://www.kp.by)) – аналог газеты «Комсомольская правда» в Белоруссии» © ЗАО «БелКП-ПРЕСС», 2014. – Ре-

жим доступа: <http://www.kp.by/daily/26069/2976248/>. – Дата доступа: 30.03.2015 ; Режим доступа: <http://www.komi.kp.ru/daily/25786/2769458/>. – Дата доступа: 31.03.2015.

УДК 614.841

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ПЛАНШЕТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СПАСАТЕЛЯ**

**К. Д. Керимов**

*Академия МЧС Республики Азербайджан, г. Баку*

Современный планшет – это не только удобный инструмент для выхода в интернет, он имеет безграничное множество возможностей, которые позволяют пользователям решать самые разнообразные задачи [1].

Безопасность жизнедеятельности всех людей – одна из самых важных и приоритетных задач современного общества. Развитие и использование информационных технологий в различных сферах, а также в системе МЧС, позволяют нам своевременно реагировать и ликвидировать различного рода ЧС.

В данной статье предлагается механизм совершенствования системы планирования действий сил и средств в МЧС с использованием информационных технологий.

Актуальность предложения обусловлена динамичным развитием и совершенствованием информационно коммуникационных технологий, их активной разработкой и внедрением в системе МЧС, а также острой необходимостью совершенствования управления действиями сил и средств в современных условиях.

В настоящее время невозможно без использования современных методов управления на основе научно-технических достижений быстро и качественно спланировать действия сил и средств по предупреждению и ликвидации ЧС.

Внедрение в систему управления силами и средствами новейших информационных технологий обеспечит:

- сокращение времени приема, передачи и обработки информации;
- упрощение и ускорение разработки документов планирования сил и средств;
- существенное повышение качества принимаемых управленческих решений благодаря совершенствованию системы обработки информации;

- сокращение времени выполнения основных функций по предупреждению и ликвидации пожаров и ЧС;
- повышение эффективности применения сил и средств;
- максимальное использование ресурсов техники и личного состава, а также повышение эффективности их использования для спасения людей, материальных ценностей при ликвидации пожаров и ЧС;
- сокращение финансовых затрат на услуги связи.

Для того чтобы оперативно изучить объект, провести разведку и правильно расставить силы и средства для ликвидации ЧС, при помощи специальных программ можно разместить на планшетный компьютер оперативные планы, карточки, планшеты водоисточников, карты районов выезда, а также данные об особо опасных объектах, объектах с массовым пребыванием людей и т. д.

Мы можем использовать планшет как навигатор, но нам нужна не простая, а более современная система с многочисленными возможностями [2]. Планшет с функцией навигатора вполне успешно могут использовать спасатели во время разведки зоны ЧС. Ведь далеко не каждый раз удастся найти нужное место или адрес. Современные навигаторы, которые встроены в планшеты, позволяют найти любой адрес, улицу или дом, показывая нужное место с точностью до нескольких метров. Помимо этого для более быстрого вычисления местоположения ЧС и прокладывания маршрутов может использоваться мобильный интернет. Это возможно только в том случае, если планшет оснащен встроенным 3G/4G модемом, который позволяет выходить в интернет в любой точке страны. И даже если такого модема нет, то можно воспользоваться внешним USB-модемом [3]. Имея такое устройство спасатель всегда определит точное место ЧС, что позволит ему своевременно ликвидировать ЧС.

Таким образом, использование планшетного компьютера в системе МЧС считаем целесообразным, так как он найдет широкое применение и сыграет важную роль в спасении жизни многих людей.

### **Литература**

1. Глушаков, С. Все о карманном ПК / С. Глушаков. – АСТ, 2008.
2. Сергеева, Н. С Карманные компьютеры Pocket PC / Н. С. Сергеева, 2007.
3. Компьютер пресс. – 2010. – № 6. – С. 23.



УДК 621.81-192

## СОВРЕМЕННОЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

**В. Н. Агаев, С. В. Мамедов, А. А. Гулиев**

*Академия МЧС Республики Азербайджан, г. Баку*

Среди задач, связанных с разработкой и совершенствованием способов и средств противопожарной защиты объектов народного хозяйства, а также с повышением эффективности работы пожарных, вопросы борьбы с дымом занимают одно из основных мест в списке задач Министерства чрезвычайных ситуаций Республики Азербайджан.

Задымленность помещений и путей эвакуации при пожарах часто является основной причиной гибели людей, потери материальных ценностей, серьезно усложняет действия пожарных подразделений пожарной охраны. Здания повышенной этажности, гостиницы, больницы оборудуются системами противодымной защиты, использующими различные варианты приточно-вытяжной вентиляции. Однако подавляющее большинство жилых и общественных зданий такой защиты не имеет.

В практике борьбы с пожарами известны такие различные способы и средства удаления продуктов горения, как дымососы, дымовые клапаны, кондиционеры, фильтры, аспирационные устройства. Но большинство этих средств имеет ограниченное применение, так как они не всегда могут быть эффективно использованы в силу своих технических возможностей, особенностей планировки и назначения сооружений, характера развития пожара и распространения продуктов горения.

Особенно сложно вести борьбу с задымлением в замкнутых помещениях, имеющих ограниченные возможности для вентиляции, типа подвальных и полуподвальных помещений, шахт, тоннелей, герметичных аппаратов и других вариантов помещений и сооружений. Большое практическое значение имеет борьба с задымлением на начальной стадии пожара в небольших помещениях жилых и административных зданий, производственных и складских помещениях при неразвившемся пожаре.

Актуальность этого вопроса в ГСПБ Азербайджана становится все значительнее в связи с расширением использования материалов и изделий на основе полимеров, горение и тление которых сопровож-

дается выделением большого количества дыма. Сгорание незначительного количества подобных материалов приводит к потере видимости и существенно усложняет обнаружение пожара и его подавление. Отсутствие эффективных средств борьбы с задымлением в ряде случаев является причиной перехода пожара в развитую стадию. Поэтому для работы в непригодной для дыхания среде была организована газодымозащитная служба (ГДЗС) Государственной службы пожарной безопасности МЧС Азербайджана.

В последнее время дыхательные аппараты со сжатым воздухом (ДАСВ) заслуживают все большее признание у работников пожарной охраны. Кислородные изолирующие противогазы, хотя и отличаются надежностью, относительно небольшой массой и значительным условным временем защитного действия, имеют существенные недостатки, которые исключают дальнейшее применение их в качестве основного СИЗОД в пожарной охране.

**Назначение дыхательных аппаратов.** Дыхательным аппаратом со сжатым воздухом называется изолирующий резервуарный аппарат, в котором запас воздуха хранится в баллонах при избыточном давлении в сжатом состоянии. Дыхательный аппарат работает по открытой схеме дыхания, при которой на вдох воздух поступает из баллонов, а выдох производится в атмосферу.

Дыхательные аппараты со сжатым воздухом предназначены для защиты органов дыхания и зрения пожарных от вредного воздействия непригодной для дыхания, токсичной и задымленной газовой среды при тушении пожаров и выполнении аварийно-спасательных работ.

Воздухоподающая система обеспечивает работающему в аппарате пожарному импульсную подачу воздуха. Объем каждой порции воздуха зависит от частоты дыхания и величины разряжения на вдохе.

Воздухоподающая система аппарата состоит из легочного автомата и редуктора, может быть одноступенчатой, безредукторной и двухступенчатой. Двухступенчатая воздухоподающая система может быть выполнена из одного конструкционного элемента, объединяющего редуктор и легочный автомат или отдельно.

Дыхательные аппараты в зависимости от климатического исполнения подразделяются на дыхательные аппараты общего назначения, рассчитанные на применение при температуре окружающей среды от  $-40$  до  $+60$  °С, относительной влажности до 95 % и специального назначения, рассчитанные на применение при температуре окружающей среды от  $-50$  до  $+60$  °С и относительной влажности до 95 %.

Все дыхательные аппараты, применяемые в пожарной охране России, должны соответствовать требованиям, предъявляемым к ним НПБ 165–97 «Техника пожарная. Дыхательные аппараты со сжатым воздухом для пожарных. Общие технические требования и методы испытаний».

Дыхательный аппарат должен быть работоспособным в режимах дыхания, характеризующихся выполнением нагрузок: от относительного покоя (легочная вентиляция  $12,5 \text{ дм}^3/\text{мин}$ ) до очень тяжелой работы (легочная вентиляция  $85 \text{ дм}^3/\text{мин}$ ), при температуре окружающей среды от  $-40$  до  $+60 \text{ }^\circ\text{C}$ , обеспечивать работоспособность после пребывания в среде с температурой  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 60 с.

**Устройство дыхательного аппарата.** Дыхательный аппарат (рис. 1) выполнен по открытой схеме с выдохом в атмосферу и работает следующим образом.

При открытии вентиля (вентилей) 1 воздух под высоким давлением поступает из баллона (баллонов) 2 в коллектор 3 (при его наличии) и фильтр 4 редуктора 5, в полость высокого давления А и после редуцирования в полость редуцированного давления Б. Редуктор поддерживает постоянное редуцированное давление в полости Б независимо от изменения давления на входе.

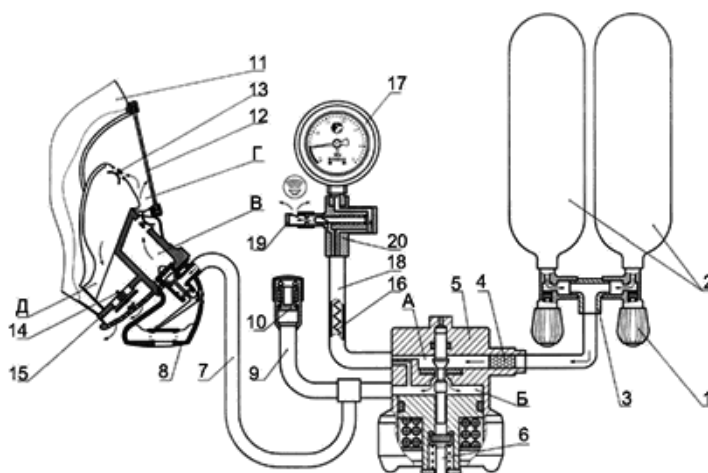


Рис. 1. Принципиальная схема дыхательного аппарата ПТС «Базис»

В случае нарушения работы редуктора и повышения редуцированного давления срабатывает предохранительный клапан 6.

Из полости Б редуктора воздух поступает по шлангу 7 в легочный автомат 8 аппарата и по шлангу 9 через адаптор 10 (при его наличии) в легочный автомат спасательного устройства.

Легочный автомат обеспечивает поддержание заданного избыточного давления в полости Д. При вдохе воздух из полости Д легочного автомата подается в полость В маски 11. Воздух, обдувая стекло 12, препятствует его запотеванию. Далее через клапаны вдоха 13 воздух поступает в полость Г для дыхания.

Таким образом, правильность применения СИЗОД зависит от поведения отдельного рабочего, и даже при верном применении – не стабильна (см. Респиратор). Поэтому законодательство требует от работодателя, чтобы он использовал СИЗОД для сохранения здоровья рабочих только в том случае, если нельзя обеспечить приемлимые условия труда другими, более надежными способами – изменением технологического процесса, герметизацией оборудования, автоматизацией производства, использованием местной и общеобменной вентиляции и т. п. Кроме того, вредные вещества, загрязняющие воздух, могут попасть в организм не только при дыхании, но и при недостаточно строгом соблюдении правил личной гигиены (еда, питье и т. п.). Попадание вредных веществ в организм такими путями СИЗОД предотвратить не может и это также делает снижение загрязненности воздуха более предпочтительным.

**Заключение.** Обеспечение личного состава и населения СИЗ, а также практическое обучение правильному применению и пользованию этими средствами, является важным этапом в комплексе защитных мероприятий, проводимых со стороны Министерства чрезвычайных ситуаций Республики Азербайджан. Весь комплекс этих мероприятий направлен на то, чтобы максимально снизить вероятность потерь и поражения при возможных авариях и ЧС мирного и военного времени. Незнание основ гражданской обороны не освобождает от последствий при аварии, а знание – помогает ее предотвратить или же минимизировать неприятные последствия таковой.

### Литература

1. Грачев, В. А. Газодымозащитная служба : учебник / В. А. Грачев, Д. В. Поповский.
2. Пожарно-техническое и аварийно-спасательное оборудование : в 2 ч. / Б. Л. Кулаковский [и др.]. – Минск, 2010.
3. Маханько, В. И. Подготовка газодымозащитников пожарной службы / В. И. Маханько, Н. Д. Суржинский, А. Е. Стешин. – Минск : ВПТУ МВД Беларуси, 1999. – 71 с.
4. Бобок, С. А. Чрезвычайные ситуации: защита населения и территории : учеб. пособие / С. А. Бобок, В. И. Юртушкин. – М., 2000.

УДК 614.841.2

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ВОЗДУХО-НАПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ НА БАЗАХ ГДЗС В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**А. Х. Менешев**, курсант

**Н. А. Акиншин**, доцент кафедры, канд. техн. наук

*ГУ «Кокшетауский технический институт» МЧС Республики Казахстан*

Как показывает практика, воздушнонаполнительные компрессоры немецкого концерна «BAUER», являющегося основным поставщиком газодымозащитного оборудования на рынке Республики Казахстан, предназначены для закачки сжатым воздухом резервуарных баллонов дыхательных аппаратов.

При всех своих положительных достоинствах, эталона качества, надежности, воздушнонаполнительные компрессоры «BAUER» гарантированно эксплуатируются при температуре окружающей среды от  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$  и при низких температурах наружного воздуха до  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  [1].

Исходя из резкоконтинентального климата и суровых зимних условий, связанных с отрицательными температурами (от  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в северных регионах Казахстана, бывают единичные случаи, что данные компрессоры раньше положенного гарантийного срока эксплуатации выходят из строя.

Серьезной проблемой является запуск двигателя компрессора при заборе атмосферного воздуха снаружи помещения в условиях низких температур (ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Проблема заключается в том, что при работе воздушнонаполнительного компрессора в отрицательном температурном режиме проявляются следующие недостатки:

1) масло, залитое в картер для смазки компрессора, становится гуще при этом теряет свои свойства;

2) возникает сильный износ деталей поршневой группы компрессора, что приводит к преждевременному износу и выходу из строя компрессора;

3) производительность конечного фильтра закачиваемого воздуха «SEKURUS» снижается в два раза.

С целью решения вышеуказанной проблемы предлагается нетрадиционный путь облегчения холодного пуска двигателя воздушно-наполнительного компрессора – оборудование для подогрева атмосферного воздуха.

Оборудование для подогрева атмосферного воздуха состоит (рис. 1) из следующих элементов:

- соединительный кожух воздухоподающего гофра (оцинкованная сталь);
- фильтр грубой очистки забираемого воздуха, состоящий из фильтрующего материала (синтепон);
- рекомендуется настенный электросушитель модели VXG-120 с переходным устройством;
- механико-электрический контролер температуры.

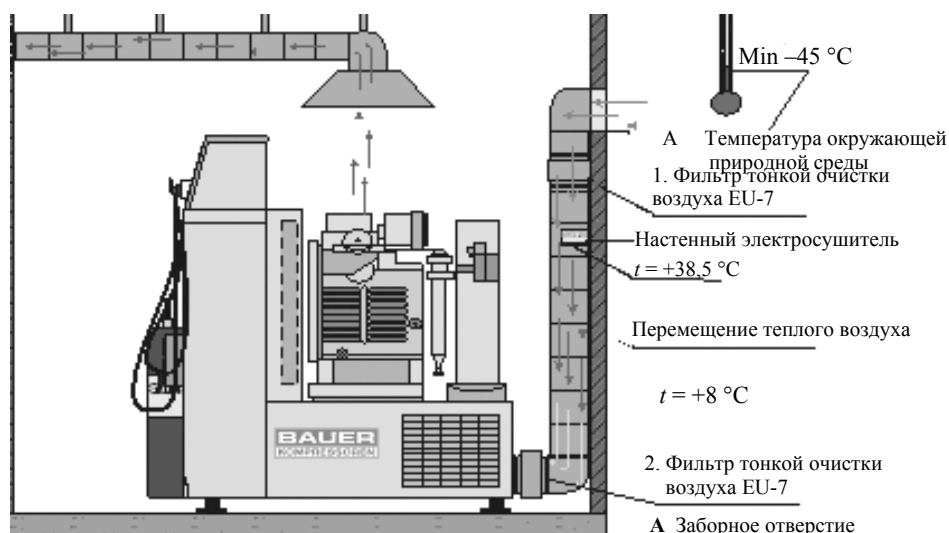


Рис. 1. Схема движения холодного воздуха в компрессорную установку

В зимний период времени холодный воздух под действием вентиляционной системы забирается из окружающей атмосферы в соединительный кожух воздухоподающего гофра, где проходит двойную очистку за счет установленных в нем фильтров грубой очистки забираемого воздуха, состоящий из фильтрующего материала.

Рекомендуемый настенный электросушитель модели VXG-120 через переходник, встроенный в кожух воздухоподающего гофра, обогревает холодный атмосферный воздух с последующей подачей воздуха в механико-электрический контролер температуры [2].

Механико-электрический контролер температуры блокирует включение компрессора при низких температурах, обеспечивает его

старт лишь после достижения минимально допустимой рабочей температуры (+5 °С) внутри изолированного корпуса компрессора (полученный за счет подогрева воздуха). Компрессор автоматически прекращает работу при температуре воздуха выше +50 °С. Запуск возможен после остывания/нагрева воздуха в корпусе компрессора до разрешающих рабочих значений [3].

За счет подачи теплого воздуха в масляный картер воздухонаполнительного компрессора масло начинает подогреваться до необходимой температуры, контролируемой механико-электрическим контролером температуры и фотоэлементом электросушителя, становится жидким, при этом защитная поверхность масляной пленки не нарушается, компрессор начинает работать в оптимальном режиме без нагрузки согласно требованиям завода-изготовителя, что обеспечивает долговечную эксплуатацию компрессора.

Оборудование для подогрева атмосферного воздуха позволяет производить эффективный нагрев воздуха, не сжигая кислород и не перегревая воздух. Достаточно всего несколько минут для полного подогрева холодного атмосферного воздуха, который обеспечит «мягкий» режим подогрева компрессорного масла, находящегося в картере двигателя компрессора.

Применение комплекса перечисленных выше технических мероприятий позволяет адаптировать воздушные компрессоры к морозному климату в североказахстанских регионах Республики Казахстан и эффективно эксплуатировать их при низких отрицательных температурах.

### Литература

1. Инструкция по эксплуатации компрессора высокого давления BAUERсерии VERTICUS.
2. Инструкция по эксплуатации автоматических электросушителей VXG-120.
3. Режим доступа: <http://www.deltapro.ru>: <http://lsm.h15.ru>.
4. Грачев, В. А. Газодымозащитная служба : учеб.-метод. пособие / В. А. Грачев, В. В. Терехнев, Д. В. Поповский. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Пожнаука, 2009. – 328 с.
5. Грачев, В. А. Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) : справочник / В. А. Грачев, С. В. Собурь. – М., 2003. – 231 с.
6. Пожарная техника. Пожарно-техническое вооружение / А. Ф. Иванов [и др.]. – М. : Стройиздат, 1988. – 416 с.
7. Грачев, В. А. Газодымозащитная служба / В. А. Грачев, Д. В. Поповский. – М., 2004. – 383 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОВОДИМОСТИ ПОЖАРНОЙ КОЛОНКИ

**А. З. Скороход**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент  
**В. И. Жукалов**, ст. преподаватель, магистр техн. наук

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

При определении водоотдачи наружных водопроводных сетей низкого давления для целей пожаротушения в подразделениях МЧС используют пять методов [1]. Наиболее экономичным является использование пожарной колонки, оборудованной головкой-заглушкой с манометром и гладким патрубком.

В рекомендациях по определению водоотдачи водопроводных сетей для целей пожаротушения [2] приводится среднее значение проводимости пожарной колонки в сборе с одним гладким патрубком диаметром 77 мм и заглушкой, которое численно равно  $16,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{2,5}/\text{с}$ . При этом водоотдачу одного пожарного гидранта определяют по формуле

$$Q = p_{\text{пк}} \sqrt{\frac{P_{\text{гз}}}{\rho g}}, \quad (1)$$

где  $p_{\text{пк}}$  – проводимость пожарной колонки в сборе с одним гладким патрубком и заглушкой с манометром,  $\text{м}^{2,5}/\text{с}$ ;  $P_{\text{гз}}$  – показание манометра, установленного на головке-заглушке, Па.

Следует отметить, что при подстановке указанного выше значения проводимости в выражение (1) при показаниях манометра на головке-заглушке 0,3 МПа получают водоотдачу  $\sim 90$  л/с. Это значение существенно превышает результаты, получаемые для данного давления экспериментальным путем.

Согласно [2, табл. 1], [3] при значении проводимости пожарной колонки, равном  $16,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{2,5}/\text{с}$ , приводятся экспериментальные данные о расходах воды из пожарного гидранта при различных напорах. При пересчете по известным значениям напора и водоотдачи, согласно (1), среднее значение проводимости пожарной колонки получается равным  $8,29 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{2,5}/\text{с}$ . По предварительным данным, полученным нами при тарировке пожарной колонки в сборе с гладким патрубком длиной 500 мм и диаметром 83 мм, согласно методике [1], были получены значения проводимости в интервале  $8,2 - 8,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{2,5}/\text{с}$ . Таким образом, при анализе литературных источников наблюдается некото-



рое противоречие в значениях проводимости, при заданных значениях напора и расхода в случае измерения водопровода на водоотдачу пожарной колонкой.

Для определения проводимости пожарную колонку и гладкий патрубок длиной 500 мм и диаметром 83 мм оборудовали пьезометрами, позволяющими определить потери напора при резком изменении направления движения потока. Скорость потока определяли трубкой Пито, дополнительно вмонтированной в гладкий патрубок.

На рис. 1 приведена зависимость проводимости как функция количества измерений.

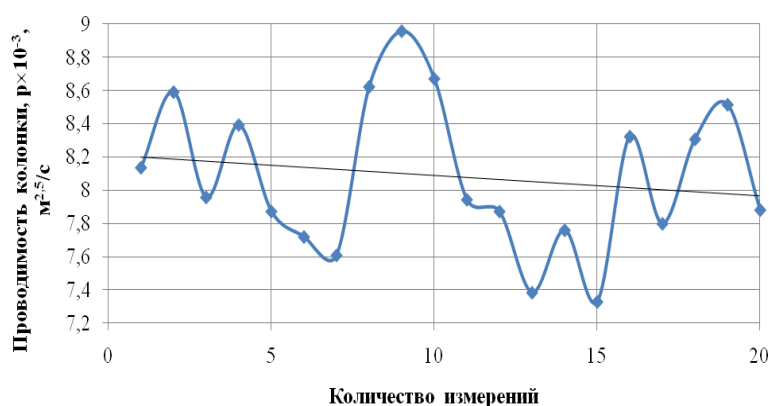


Рис. 1. Опытное определение проводимости пожарной колонки в сборе с гладким патрубком

Из рис. 1 следует, что среднее значение проводимости пожарной колонки составляет  $8,08 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$ .

Необходимо отметить, что сотрудники ПАСЧ, проводящие проверку водопровода на водоотдачу, как правило, измеряют давление манометром, установленным на заглушке одной головки. При такой методике средняя проводимость пожарной колонки без учета нижнего корпуса составит  $8,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$ .

Таким образом, в случае использования гладкого патрубка длиной 500 мм и внутренним диаметром 83 мм проводимость пожарной колонки составляет  $8,08 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$ . При проверке водопровода на водоотдачу по показаниям манометра на головке-заглушке значение проводимости следует принимать равным  $8,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$ , но никак не  $16,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$ , как указано в [2], [3] при использовании патрубка внутренним диаметром 77 мм. При использовании гладкого патрубка других диаметров значение проводимости пожарной колонки необходимо определять дополнительно.

### Литература

1. Абросимов, Ю. Г. Гидравлика и противопожарное водоснабжение : учебник / Ю. Г. Абросимов, А. И. Иванов, А. А. Качалов. – М. : Акад. ГПС МЧС России, 2003. – 392 с.
2. Методические рекомендации по вопросам эксплуатации, проверки и испытания источников противопожарного водоснабжения для целей наружного пожаротушения. – Екатеринбург : ГПС МЧС России по субъектам Рос. Федерации Приволж.-Урал. региона, 2008. – С. 25.
3. Методика проведения технического обслуживания пожарных кранов и гидрантов, определения водоотдачи водопроводных сетей для целей пожаротушения. – Минск : МЧС Респ. Беларусь. – № 52/11 М от 23.10.2007 г. – 13 с.
4. Лобачев, В. Г. Противопожарное водоснабжение: учебное пособие / В. Г. Лобачев ; под. общ. ред. Д. М. Корельского. – М. : М-во коммунал. хоз-ва РСФСР, 1950. – Ст. 311.

УДК 614.8

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

**К. С. Салохиддинов**, полковник внутренней службы

*Комитет по ЧС и ГО при Правительстве Республики Таджикистан*

**З. В. Кобулиев**, д-р техн. наук, профессор

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
АН Республики Таджикистан, г. Душанбе*

**М. Абдусамадов**, академик

*Инженерная академия Республики Таджикистан, г. Душанбе*

В подразделениях пожарной охраны Республики Таджикистан со времен ее образования в основном использовались пожарные автомобили и пожарно-техническое оборудование, производимые на заводах Российской Федерации. Первыми на вооружение подразделений пожарной охраны начиная с 1930 г. поступили пожарные автомобили АМО-Ф-15, через 5–6 лет автомобили марки ГАЗ-АА, ЗИС-11, после 1960 г. – пожарные автомобили на шасси ЗИЛ-130 и ЗИЛ-131, автоцистерны, автонасосы, пожарно-насосные станции, насосно-рукавные автомобили, автомобили связи и освещения, автолестницы, аэродромные автомобили, автомобили порошкового тушения на шасси КАМАЗ и др.

Начиная с 2000 г. парк пожарных автомобилей Республики Таджикистан дополнился новыми современными видами пожарных автомобилей. Только за последние шесть лет приобретены более

60 современных пожарных автомобилей на шасси КАМАЗ из Российской Федерации, на шасси «Магирус» из Германии и на шасси Донгфен и Дулан из Китайской Народной Республики (КНР).

В Таджикистане пожары с большой площадью горения (крупные пожары) за последние годы происходили в основном на рынках и на объектах сельского хозяйства. Для тушения этих пожаров требовалось большое количество воды и использовались пожарные автомобили АС-60 (Дулан), имеющие цистерну для воды с объемом 40000 литров. Благодаря использованию пожарных автомобилей с большим объемом воды и обеспечению бесперебойной подачи воды на площади пожара, эти пожары были своевременно локализованы и ликвидированы.

По рельефу Таджикистан расположен в горной местности. Всего 7 % территории Таджикистана составляют равнины, остальные 93 % территории – горы. Во многих районах, где в основном размещены пожарные подразделения, отдаленный населенный пункт расположен в 70 км, а в некоторых районах до 90 км от райцентров. В случае пожара к этим населенным местам пожарные машины добираются по дороге, которая имеет несколько крутых поворотов, протяженных подъемов и спусков. Такое состояние дорог для обеспечения безопасности движения заставляет водителя вести машину со скоростью движения 20–30 км в час. Пожарная машина в пути теряет 3–4 часа времени до прибытия к месту пожара и, соответственно, за этот промежуток времени площадь пожара увеличивается. Еще одна проблема в таких случаях – отсутствие источника воды для пожаротушения, т. е. безводный район. В зимний период года, из-за выпадения большого количества снега высотой до 100 см и снижения температуры воздуха до –20–30 °С, этот снег может пролежать на дорогах до двух-трех месяцев. Такое положение затрудняет движение пожарных автомобилей, а в некоторых случаях может полностью препятствовать их движению. Даже при завязке цепей на шины автомобиля дежурный караул может не доехать до места пожара. Еще одна серьезная проблема – это замерзание воды в цистерне пожарного автомобиля. Основная причина возникновения таких глобальных проблем для работников пожарной охраны – это низкая проходимость имеющихся пожарных автомобилей, не рассчитанных для горной местности, и отсутствие пожарных автомобилей с большой проходимостью.

Для Таджикистана, в основном для его горных районов, в будущем необходимо приобретать пожарные автомобили с большим объ-

емом и большой мощностью двигателя, чтобы увеличить их проходимые способности. Для этих автомобилей необходимо использовать особые шины с необычными усиленными протекторами, чтобы исключить случаи буксования пожарных автомобилей при движении по нестандартным дорогам и при подъеме по перевалам с большой протяженностью. Для использования этих машин для тушения пожаров в безводных горных районах объем цистерн для воды и пенообразователя должен быть несколько больше, чем современные пожарные автомобили на шасси КАМАЗ и ЗИЛ. Для того чтобы вода не замерзала в цистерне до прибытия машины на место пожара, цистерны должны быть утепленными или отапливаемыми.

Проблему увеличения объема цистерны воды и пенообразователя на современных пожарных автомобилях можно решить путем уменьшения количества отсеков и их объема. Согласно нормам пожарно-технического вооружения и пожарных рукавов, в отсеках после их размещения еще остается достаточное пустое пространство, особенно в отсеках, где размещены пожарная колонка, разветвление, шансовые инструменты, соединительные головки, рукавные зажимы и задержки. Для исключения имеющих неудобств и проблем, связанных с использованием, четкой, сушкой и ремонтом пожарных рукавов, давно возникла необходимость их замены на прочные и гибкие шланги с меньшим диаметром, чем существующий. Также у пожарных автомобилей на шасси КАМАЗ очень большой объем выделен для насосного отсека, больше половины которого пустует.

Ввиду жизненной и служебной необходимости после 2000 г. в городах Худжанд и Истаравшан (бывший Ура-Тюбе) Республики Таджикистан пожарные автомобили на шасси ЗИЛ-130 и ЗИЛ-133, находящиеся в состоянии списания из-за негодного состояния ходовой части, кузова и цистерны воды и пенообразователя, были переоборудованы заново, т. е. произведен их капитальный ремонт. В результате по разрешению ГАИ на шасси ЗИЛ-133 на место снятой 5000-литровой цистерны была установлена цистерна с объемом 10000 л воды, а на шасси ЗИЛ-130 на место цистерны с объемом 2350 л была установлена цистерна с объемом 5000 л. Была отремонтирована их ходовая часть, электрооборудование и оборудованы отсеки для пожарно-технического вооружения и пожарных рукавов. В связи с поступлением новых пожарных машин в город Худжанд эти автомобили были переданы в другие районы Согдийской области, и они до сих пор эксплуатируют-

ся и решают проблему бесперебойного обеспечения воды во время тушения пожаров. Личный состав пожарных частей, где используются эти переоборудованные пожарные автомобили, хорошо отзывается о них.

Существуют проблемы с использованием пожарных стволов, произведенных с использованием пластмасс. Эти стволы при эксплуатации быстро приходят в негодное состояние. В связи с этим и в целях устранения этих недостатков возникает необходимость поменять пожарные пластмассовые рукава на прочные шланги.

В связи с компьютеризацией и автоматизацией пожарных автомобилей возникли трудности восстановления этих систем. На восстановление этих систем при отказе их работы требуется специально подготовленный, обученный работник, разбирающийся в системе компьютеризации и автоматики автомобилей. А таких работников во многих подразделениях нет. Пожарный автомобиль с механической системой мог отремонтировать любой водитель, за которым был закреплен этот автомобиль для управления и эксплуатации.

Пожарные автомобили, производимые в КНР, имеют еще больше проблем по прочности основных деталей, коробки передач, топливной системы, вентилях, применяемых на выкидных и других патрубках пожарного насоса. Все виды лестниц, установленные на пожарном автомобиле, не удобны для использования, сделаны более габаритными и не совершенными. Цистерны для воды сделаны из непрочного материала, в котором через 1–2 года эксплуатации появляются трещины. Некоторые пожарные автомобили произведены без установления емкости для пенообразователя. Установленные на пожарных автомобилях шины теряют свою гибкость в холодный период времени, и автомобиль скользит на дороге в начале движения и при торможении.

Отказ работы пожарных автомобилей и пожарно-технического оборудования во время тушения пожара иногда происходит, хотя не по вине пожарников. Этот факт снижает авторитет работников пожарной охраны, они попадают в затруднительное положение перед обществом и законом.

При конструировании и производстве пожарных автомобилей необходимо учитывать вышеизложенные проблемы и трудности, с которыми сталкиваются практические работники подразделений пожарной охраны.

## РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИИ ПРОТОЧНОГО КАНАЛА ПОЖАРНОГО СТВОЛА

**А. Н. Камлюк**, заместитель начальника института – начальник научно-исследовательского отдела, канд. физ.-мат. наук, доцент

**В. В. Пармон**, начальник кафедры, канд. техн. наук

**М. Ю. Стриганова**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

**А. А. Морозов**, преподаватель

*ГУО «Командно-инженерный институт»*

*МЧС Республики Беларусь, г. Минск*

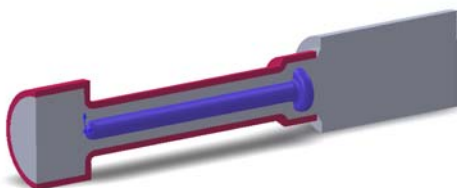
**А. В. Ширко**, доцент, канд. физ.-мат. наук

*УО «Белорусский государственный*

*технологический университет», г. Минск*

Необходимо определить геометрические размеры проточной части пожарного ствола, а также дефлектора. Ствол должен обеспечить расход жидкости до 5 л/с при рабочем давлении в 7 атм. и при этом гарантировать заброс струи воды на расстояние не менее 30 м. Расчетная модель ствола представлена на рис. 1.

При выполнении оптимизации геометрических параметров необходимо достичь максимальной скорости вылета струи при регламентированном расходе и давлении. Задача решается с помощью моделирования процесса течения жидкости через проточную часть пожарного ствола.



*Рис. 1.* Расчетная модель

Решение строится с помощью метода конечных элементов. Общая структура проекта в среде Ansys Workbench показана на рис. 2.

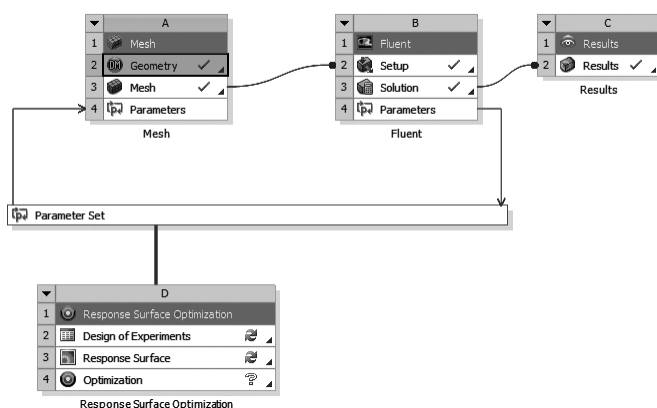


Рис. 2. Общая структура проекта

Процесс моделирования разбит на ряд этапов:

- построение параметризированной геометрической модели проточной части пожарного ствола;
- построение сетки конечных элементов, имеющей необходимый размер элементов в пристеночных областях для явного разрешения пограничного слоя;
- задание граничных условий и численное решение уравнений многофазного течения;
- оптимизация геометрических параметров по критерию достижения максимальной скорости вылета струи;
- анализ полученных результатов;
- исследование рабочих характеристик ствола.

Задачу будем решать в осесимметричной постановке. При создании геометрической модели необходимо обеспечить возможность перемещения дефлектора в осевом направлении, а также параметризовать основные геометрические размеры для последующего проведения задачи оптимизации. Геометрическая модель проточного канала ствола показана на рис. 3.

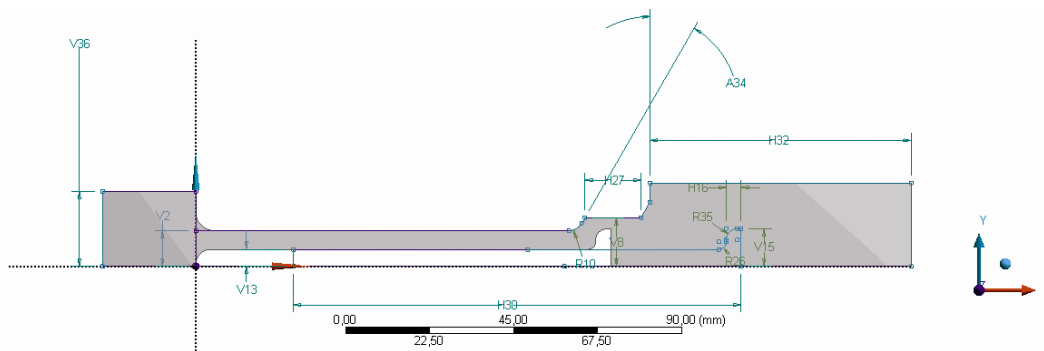


Рис. 3. Геометрическая модель

Помимо непосредственно геометрии канала, необходимо обеспечить зону свободного выхода струи воды в атмосферу. В качестве параметров, используемых при оптимизации, применяются диаметр дефлектора, диаметра втулки, величина зазора в выходной части, толщина дефлектора, радиусы его скругления, положение дефлектора.

### Литература

1. Методические указания. Надежность в технике. Сбор и обработка информации о надежности изделий в эксплуатации. Основные положения : РД 50-204–87.
2. Повзик, Я. С. Пожарная тактика / Я. С. Повзик. – М. : Спецтехника, 2000. – 416 с.
3. Тарасов-Агалаков, Н. А. Практическая гидравлика в пожарном деле / Н. А. Тарасов-Агалаков. – М., 1959.
4. Оборудование производственное. Общие требования безопасности : ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ.

УДК 004.9

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РАБОТЫ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ПОЖАРНОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**С. Г. Короткевич**, преподаватель, магистр техн. наук

**В. А. Ковтун**, профессор кафедры, д-р техн. наук, профессор

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Современное производство требует разработки изделий с повышенным стандартом качества, хорошими эксплуатационными характеристиками и более длительным жизненным циклом. В связи с этим в различных отраслях промышленности все чаще используются изделия на основе композитов, которые являются одними из наиболее эффективных и технологичных современных материалов, обладающих «выгодными» свойствами. Композиционные материалы, с каждым годом находят все большее применение в различных отраслях.

Механическое поведение композиции определяется соотношением свойств армирующих элементов и матрицы, а также прочностью связей между ними. Характеристики создаваемого изделия, как и его свойства, зависят от выбора исходных компонентов и технологии их совмещения.



В результате совмещения армирующих элементов и матрицы образуется композиция, обладающая набором свойств, отражающих не только исходные характеристики его компонентов, но и включающих новые свойства, которыми изолированные компоненты не обладают. Разработка технологии производства композитного изделия связана с большими затратами. На проведение трех испытаний большого композитного изделия обычно уходит шесть недель [1].

Одним из способов решения проблемы высоких издержек является применение специализированного программного обеспечения для моделирования всей цепочки производства и эксплуатации изделий, позволяя уйти от физических прототипов и испытаний в процессе разработки проекта. В ходе расчета прогнозируются все основные дефекты, что дает специалистам возможность оценивать изменение заготовки в процессе производства. Кроме того, численное моделирование позволяет исследовать различные технологии производства композитных конструкций и, если возникает необходимость, оперативно редактировать параметры. При этом подходе значительно сокращаются время разработки проекта и количество прототипов, что позволяет оценивать данную методику как наиболее экономичную [2], [3].

Многие компании работают по такому принципу: конструктор разрабатывает новый проект, технолог ограничивает с экономической точки зрения и возможности производства на имеющемся оборудовании. Задача людей, работающих на специализированном программном обеспечении для компьютерного моделирования, – в своих расчетах перепроверить конструктора, смоделировать работу изделия с используемыми материалами и предложить доработки, уменьшить уровень напряжений или убрать возникающий концентратор напряжений.

Метод конечных элементов (МКЭ) является мощным, надежным и современным средством исследования поведения конструкций в условиях разнообразных воздействий. Все конечно-элементные программы можно условно разбить на несколько групп. К первой относятся наиболее сложные и дорогостоящие программные комплексы обладающие большими возможностями (ANSYS, COMSOL). Программы второй группы (ESI Group, ПК ЛИРА, ELCUT) имеют более узкое направление решаемых задач какой-то конкретной области, что существенно сужает их возможности. Это объясняется стремлением авторов создать более простой и компактный инструмент компьютерного моделирования [4].

Изучив наиболее распространенные и используемые в компьютерном моделировании программные комплексы, по своим возможно-

стям продукт компания Ansys обладает большей функциональностью. Основными преимуществами, также необходимыми для проведения в дальнейшем собственных исследований, является большой выбор анализа решаемых физических задач с построением различной геометрии, возможность совмещенного анализа исследований, таких как деформация и электропроводность, препроцессор для построения различной геометрии и сетки с выбором типа конечного элемента [5]. Высокая точность вычислительных исследований, постоянно обновляющееся программное обеспечение и разнообразие решаемых и моделируемых процессов, позволило получить распространение у крупнейших компаний со всего мира, а также использование в проведении своих научных исследований учреждениями высшего образования и различными научно-исследовательскими центрами многих стран.

### Литература

1. Котов, В. А. Современные технологии производства композитных изделий от ESI Group / В. А. Котов, Е. Г. Перещенко // Наука и производство: Информационные технологии. – 2012. – № 2. – С. 18–21.
2. Компьютерное моделирование композитных изделий – Программные комплексы. – Режим доступа: <http://www.delcam-ural.ru>. – Дата доступа: 19.11.2014.
3. Ansys Theoretical Manual. – Mode of access: <http://www.cadfem.ru/>. – Date of access: 07.09.2015.
4. Елисеев, К. В. Вычислительный практикум в современных САЕ-системах / К. В. Елисеев, Т. В. Зиновьева // Компьютерное моделирование ; Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-т, 2008. – С. 36–54.
5. Ansys. – Mode of access: <http://www.ansysconference.ru/>. – Date of access: 01.04.2015.

УДК 678.01:533.9:536.24

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

**А. З. Скороход**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

*ГОУ «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Актуальной остается проблема защиты поверхностей крупногабаритных изделий, работающих в агрессивных средах. Традиционный подход к ее решению основан на использовании газотермических методов нанесения защитных слоев. Полиэтилентерефталат (ПЭТФ) – материал, многотоннажно выпускаемый в Республике Беларусь, об-

ладает хорошей химической стойкостью к действию ряда кислот и щелочи. Использование ПЭТФ в качестве материала для нанесения покрытий газотермическим методом позволило бы решить ряд проблем, связанных с защитой от коррозии технологического оборудования, работающего при повышенных температурах. Однако высокие внутренние напряжения, присущие пленкам и слоям ПЭТФ в процессе пленкообразования, и появление большого числа дефектов структуры существенно снижает защитные свойства данного материала.

Целью работы является выяснение факторов, приводящих к возникновению высоких внутренних напряжений в пленках из ПЭТФ, и подбор наполнителей, позволяющих повысить механические характеристики покрытий.

Методами ИК-спектроскопии, ДТА и рентгеноструктурного анализа показано, что основной вклад при возникновении внутренних напряжений вносит предокисление материала при его термообработке. Предложен ряд органических наполнителей, препятствующих предокислению. Рассмотрен механизм взаимодействия частиц наполнителя с поверхностью частиц ПЭТФ.

УДК 614

## **АТМОСФЕРОСТОЙКОСТЬ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ**

**К. Нуралиев**, академик  
**М. Абдусамадов**, академик

*Инженерная академия Республики Таджикистан, г. Душанбе*

**А. К. Акрамов**

*Таджикский аграрный университет имени Ш. Шотумера*

**В. В. Копытков**

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Населенные пункты в Республики Таджикистан расположены в основном компактно, но из-за наличия горной местности пожарным расчетам добраться точно в срок не всегда представляется возможным.

Таджикистан богат водными ресурсами. Они сосредоточены в ледниках, снежниках, горных реках и озерах. К сожалению, в случае пожара не везде и всегда имеется возможность своевременного забора воды. В таких условиях снижение пожарной опасности деревянных конструкций является насущной проблемой.

Для решения данной проблемы в последнее время значительно возрос ассортимент огнезащитных составов зарубежного производства, рекомендуемый к применению повсеместно. Однако использование составов без учета климатических условий региона является недопустимым. Это связано с тем, что вследствие химического взаимодействия с содержащимися в воздухе углекислотой и агрессивными газами в процессе эксплуатации на покрытиях могут появляться пятна (белесый налет, высаливание) и трещины, что ухудшает декоративные и эксплуатационные свойства обработанных поверхностей.

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан совместно с ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь в рамках договора о научном сотрудничестве разработали огнезащитный состав, зарегистрированный в Национальном центре интеллектуальной собственности за № а 20140249. Проведенные исследования показали, что данный состав относится в соответствии с ГОСТ 16363–98 к первой группе огнезащитной эффективности.

Для проверки разработанного состава на атмосферостойкость в естественных условиях Республики Таджикистан в мае 2014 г. на ООО «Дусти-А» (г. Душанбе) были обработаны деревянные конструкции. Объем наработанного для данных целей состава составил 600 л.

Проведенные испытания в июне и декабре 2015 г. свидетельствуют, что разность потери массы образцов не зависимо от времени экспозиции в естественных условиях находится в пределах погрешности, т. е. свойства покрытий с течением времени экспозиции не ухудшаются.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Объединенного института ядерных исследований (грант № 080-312).*

УДК 678.026

## **ЗАЩИТНЫЕ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПОЖАРНОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И МЕТОДЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ**

**А. З. Скороход**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

*ГОУ «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Современный этап развития техники характеризуется повышенным интересом к методам, обеспечивающим возможность модифицирования поверхностей конструкционных материалов и изделий, при-

меняемых в пожарной технике, нанесение на них покрытий с защитными и другими функциями. К таким методам можно отнести формирование покрытий при помощи струйного распыления материала на поверхность изделий. Способы получения металлических покрытий путем распыления расплава соответствующего металла газотермическими методами или при помощи электрической дуги быстро нашли применение в качестве антикоррозионной защиты. Однако присущая металлическим покрытиям пористость существенно снижает возможный ресурс работы изделий в агрессивных средах.

Методы газопламенного напыления позволяют получать различные покрытия независимо от габаритов изделий. Разработаны и используются многочисленные методы нанесения покрытий, основанные на обработке поверхностей покрываемых изделий струей дисперсного полимерного материала. Технологические приемы такой обработки существенно отличаются друг от друга, но способы создания газополимерной взвеси и ее распыления являются общими. Основным недостатком струйно-электростатических методов является трудность в осуществлении равномерного прогрева напыленной поверхности изделия больших габаритов, т. е. изделий с большой теплоемкостью.

Создание в едином технологическом цикле металлополимерных композиционных покрытий, сочетающих в себе положительные качества всех компонентов, представляется чрезвычайно перспективным.

Комбинируя процессы и технологии нанесения металлической и полимерной компонент, удастся получать металлополимерные защитные системы, которые по своим свойствам превосходят известные типы покрытий. Однако воспроизводимость результатов и надежность технологических рекомендаций требует более тщательного изучения основных явлений, связанных со струйным распылением, взаимодействием дисперсного материала (в основном полимерного с потоком высокотемпературного газа или плазмы), взаимодействием индивидуальных частиц с основой, формированием из них напыленного слоя, взаимодействием металлической и полимерной компонент на границе раздела и др. Любые изменения, вносимые в технологию напыления, неизбежно влекут соответствующие изменения во всей цепи явлений: оборудование–материал–технология–свойства. Поэтому, определяя стратегическую задачу развития струйного напыления как метода получения композиционных покрытий заранее заданными свойствами, необходимо вскрыть взаимосвязи между указанными звеньями процесса, структурой и свойствами получаемых слоев.

Металлополимерное покрытие можно считать композиционной системой, в которой одна фаза – пористый металлизационный слой, вторая – полимер, выполняет роль пропитывающей среды. От структуры и свойств полимерной компоненты зависит характер пропитки и взаимодействия металлической и полимерной фаз системы. В этой связи можно представить ряд вариантов заполнения пористой металлической структуры полимерной фазой. Это может быть полная или неполная по глубине пропитка сквозных или несквозных пор, наличие сквозных усадочных пазух вдоль стенок пор и т. д. Наиболее благоприятным для выполнения защитных функций можно считать вариант, когда достигается полная пропитка несквозных пор в металлизационном слое.

К неметаллизационному слою предъявляются следующие требования: достаточная адгезия к защищаемому металлу, химическая стойкость к воздействию коррозионно-агрессивных сред или протекторное действие по отношению к защищаемому металлу.

Более многообразны требования к полимерам и составам на их основе, из которых формируется пропитывающая фаза комбинированного покрытия. Эти требования связаны с адгезионным взаимодействием полимерной композиции с металлом матрицы и ингибирующим действием первой на вторую. Полимерная композиция должна обладать такими реологическими свойствами, которые позволяют ей полностью заполнить поры металлизационного подслоя смачивая их стенки. В процессе охлаждения полимерного слоя усадочные явления не должны приводить к отслаиванию полимера от стенок пор. Сформированное полимерное покрытие должно обладать стойкостью к внешним эксплуатационным факторам – химическим, механическим, энергетическим, атмосферным и т. д.

На основании приведенных исследований были разработаны и прошли опытно-промышленную проверку некоторые типы многослойных композиционных покрытий. Для изделий, работающих в агрессивных средах, не содержащих частиц абразива, предложены следующие покрытия: металл-полимер, металл-полимер-полимер, металл-полимер-металл; для изделий, работающих в агрессивных средах, содержащих частицы абразива, разработана технология нанесения трехслойного покрытия типа металл-полимер-керамика.

В заключение следует отметить, что металлополимерные покрытия относятся к новому, мало изученному, классу антикоррозионных покрытий. Их совершенствование может быть наиболее плодотворным.

творно реализовано с позиций подхода к ним как к многослойным композиционным системам. Такой подход позволяет широко варьировать свойства металлополимерных покрытий и получать системы различного функционального назначения с учетом эксплуатационных факторов. В качестве примера использования защитных композиционных антикоррозионных покрытий в пожарной технике можно привести различные емкости для хранения пенообразователя.

УДК 621.36:678.5:614.84

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В АНАЛОГОВОМ ТЕПЛОМ ПОЖАРНОМ ИЗВЕЩАТЕЛЕ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ АКТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**И. М. Вертячих**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

**Ю. А. Волков**, преподаватель

**В. И. Жукалов**, ст. преподаватель, магистр техн. наук

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Современное развитие техники характеризуется ростом автоматизации производства, внедрением новых технологических процессов, протекающих при высоких температурах, давлениях и скоростях переработки сырья, что ведет к повышению пожарной опасности. В связи с этим применение технических средств пожарной автоматики является одним из условий обеспечения пожарной безопасности объектов.

Ключевым элементом любой системы пожарной сигнализации является пожарный извещатель, основой которого является термочувствительный элемент [1].

В данной статье рассмотрим возможность использовать активный полимерный материал в качестве термочувствительного элемента аналогового теплового ПИ, функционирующего на принципе возбуждения в материале термочувствительного элемента термостимулированного тока (ТСТ). К такого рода материалу можно отнести полимерный электрет и полимерный материал, помещенный между разнородными металлами [2]–[4], модифицированный определенными добавками – пластифицирование [5], [6] и допирование в [7]–[9]. Такие полимерные материалы можно также считать активными и применять в качестве термочувствительного элемента теплового аналогового ПИ.

Таким образом, проведенные исследования показали:

1. Характер протекания ТСТ в образцах из активных полимерных материалах открывает возможность использовать их в качестве материалов термочувствительного элемента для аналогового теплового пожарного извещателя, так как значение величины силы тока в цепи зависит от значения фактора пожара, т. е. температуры.

2. Разработанный на их основе термочувствительный элемент предоставляет возможность не только определять критические значения температуры в защищаемом помещении, но и контролировать процесс изменения температуры в технологических установках, выдавая сигнал персоналу о появлении угрожающего состояния технологического процесса.

3. Пожарный извещатель, у которого термочувствительный элемент будет выполнен из активного полимерного материала из-за отсутствия размыкающихся контактов будет искробезопасным устройством и может применяться в аналоговых тепловых пожарных извещателях, устанавливаемых во взрывоопасных помещениях классов В-I, В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa согласно классификации ПУЭ.

### Литература

1. Пожарные извещатели. – Режим доступа: Windows Internet Explorer. – Дата доступа: 02.02.2015.
2. Большой энциклопедический словарь. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Большая Рос. энцикл. ; СПб. : Норинт, 1997. – 1456 с. : ил.
3. Гольдаде, В. А. Электретные пластмассы: Физика и материаловедение / В. А. Гольдаде, Л. С. Пинчук ; под ред. В. А. Белого. – Минск : Наука и техника, 1987. – 231 с.
4. Электреты : пер. с англ. / под ред. Г. Сесслера. – М. : Мир, 1983. – 487 с. : ил.
5. Низкомолекулярная добавка : техн. словарь. – Т. II. : Microsoft Internet Explorer.
6. Пластификатор : техн. словарь. – Том VII : Microsoft Internet Explorer.
7. Электропроводящие полимеры : Microsoft Internet Explorer.
8. А. Алешин: мистер, который решает все проблемы : Microsoft Internet Explorer.
9. Лачинов, А. Н. Нетрадиционный механизм допирования в полиариленфторидах / А. Н. Лачинов, М. Г. Золотухин // Письма в ЖТЭФ. – 1991. – Т. 53, вып. 6. – С. 297–391.



УДК 614.8.084

## ОГНЕЗАЩИТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ СОСТАВОВ

**А. З. Скороход**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент  
**В. В. Копытков**, начальник кафедры, канд. техн. наук, доцент

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

**С. Л. Матюха**, начальник

*Научно-практический центр ГОУ МЧС Республики Беларусь*

В настоящее время конкуренция на рынке огнезащитных составов увеличивается. На передний план выходят многофункциональные составы, в частности, огне- и биозащитные составы в различной цветовой гамме [1], [2].

При разработке данного типа составов приходится учитывать противоречивые тенденции.

При увеличении концентрации красителя:

а) увеличивается насыщенность и яркость цветов образующихся покрытий;

б) снижается огнезащитная эффективность, так как красители являются горючими материалами.

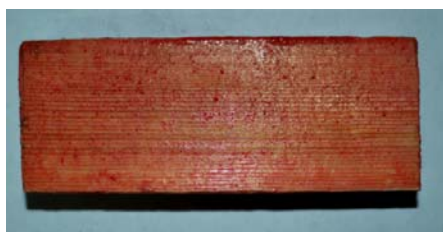
При увеличении концентрации протравителя:

а) улучшаются биозащитные свойства составов;

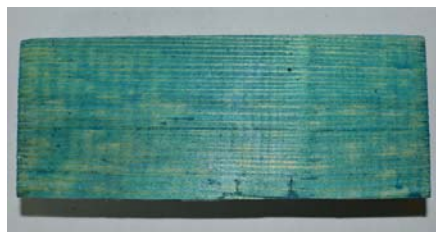
б) снижается адгезионная прочность *покрытие – подложка*.

Нами доработан и оптимизирован огнезащитный состав, соответствующий первой группе огнезащитной эффективности, согласно ГОСТ 16363–98.

Оптимальное значение концентраций позволяет получать покрытия, представленные на рис. 2.



а)



б)

*Рис. 2. Внешний вид покрытий, получаемых из разработанных составов:  
а – красный краситель; б – зеленый*

Разработанные составы обладают также биозащитными свойствами.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Объединенного института ядерных исследований (грант № 080-312).*

### **Литература**

1. Огнезащита строительных конструкций / Ю. А. Кошмаров [и др.] ; под ред. Ю. А. Кошмарова. – М. : Информ.-издат. центр «Тимр», 2000. – 443 с.
2. Страхов, В. Л. Огнезащита строительных конструкций: современные средства и методы оптимального проектирования / В. Л. Страхов. – М. : Информ.-издат. центр «Тимр», 2002. – № 6.

УДК 614.841

## **МЕТОД БОРЬБЫ С РАСПРОСТРАНЕНИЕМ ТОРФЯНОГО ПОЖАРА**

**К. И. Мигаленко**, канд. техн. наук

**А. И. Мигаленко**, канд. экон. наук

**О. В. Куренная**, курсант

*Черкасский институт пожарной безопасности  
имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

Для ограничения распространения пожара в торфяном пласте есть перспективным применение препятствий из насыпного негорючего материала, который имеет низкую теплопроводность [1], [2]. Для реализации таких препятствий формируется узкий ров, который может быть заполнен речным песком или бентонитовой глиной. Данные материалы могут быть добыты в местных карьерах. При выполнении таких препятствий необходимо прогнозировать время их эффективной работы. На основе этих прогнозов можно рекомендовать толщины таких препятствий в зависимости от используемых материалов.

Для решения поставленных нами задач необходима разработка математического аппарата для определения температурных распределений в торфяном пласте и предложенном препятствии. Тепловую задачу распространения тепла в описанной системе можно сформулировать в такой постановке: 1. Пожар в торфянике распространяется сверху вниз с определенной постоянной скоростью. 2. Температура в области, где торф полностью сгорел, является постоянной и равна среднему постоянному значению. 3. Теплофизические свойства торфа и материала препятствия могут зависеть от температуры. 4. Темпера-

тура в зоне горения торфа наблюдается постоянной. 5. Теплообмен между зоной подземного пожара и материалом противопожарного препятствия имеет только лучистую составляющую, поскольку он имеет превалирующую частицу. 6. Условие зажигания и начала распространения пожара в торфяном пласте, который защищен противопожарным препятствием, – достижение в соответствующей расчетной области температуры зажигания.

Для расчетов можно использовать уравнение нестационарной теплопроводности с предельными условиями I и III рода. Но уравнение нестационарной теплопроводности для данного случая не имеет аналитических решений и может быть решено только численно [3]–[7]. Для этого решения мы использовали метод конечных элементов [7], [8].

По результатам теоретических и экспериментальных исследований разработана методика создания противопожарных препятствий для заполнения противопожарных разрывов на торфяниках шириной от 180 до 300 мм с 10%-й водно-глиняной суспензией на основе бентонитовой глины или речного песка с  $M_k \leq 1,48$ .

При использовании вышеуказанных пожарно-профилактических мер получим не только экономический, но и социальный эффект, – сохранение здоровья и жизни людей, животного и растительного мира.

### Литература

1. Краткая химическая энциклопедия. – М. : Сов. энцикл., 1961. – Т. 1. – 1263 с.
2. Распространение подземных пожаров торфяников на р. Тясмин / К. И. Мигаленко [и др.] // Пожарная безопасность : сб. науч. тр. – Львов, 2010. – № 17. – С. 138–142.
3. Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – М. : Высш. шк., 1976. – 664 с.
4. Самарский, А. А. Введение в теорию разностных схем / А. А. Самарский. – М. : Наука, 1971. – 554 с.
5. Самарский, А. А. Вычислительная теплопередача / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.
6. Власова, Е. А. Приближенные методы математической физики : учеб. для вузов / Е. А. Власова, В. С. Зарубин, Г. Н. Кувыркин. – М. : МГТУ им. Баумана, 2001. – 700 с.
7. Термодинамические свойства индивидуальных веществ : справочник : в 4 т. – Т. 1, кн. 1. – М. : Наука, 1978. – 496 с.
8. Франчук, А. У. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов / А. У. Франчук. – М. : НИИ строительной физики, 1969. – 142 с.

## **УЛУЧШЕНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В БОРЬБЕ С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ**

**К. Д. оглы Алмазов**, преподаватель кафедры «Специальные предметы пожарной безопасности»

*Академия МЧС Республики Азербайджан, г. Баку*

**П. Н. Гоман**, канд. техн. наук, доцент

*ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Лесные пожары – горение растительности, стихийно распространяющееся по лесной территории.

Отношения в области использования, охраны, защиты и воспроизводства не входящей в лесной фонд древесно-кустарниковой растительности (далее – древесно-кустарниковая растительность) регулируются гражданским, растительным, земельным и водным законодательствами Азербайджанской Республики, а также соответствующими статьями Лесного кодекса Азербайджанской Республики.

Лес – это и огромные богатства зеленых кладовых природы, и национальная гордость, и источник неисчерпаемых благ человека, если к нему относиться разумно. Лес – постоянный резерв нужного для промышленного производства природного сырья. Лес выполняет важные защитные функции. Полезащитные и овражно-болочные лесонасаждения защищают сельскохозяйственные угодья от водной и ветровой эрозии, оказывают неоценимую помощь хлеборобам в получении высоких и устойчивых урожаев. Лес постоянно питает водой реки, обеспечивает благоприятный гидрологический режим и защищает берега от размывов и разрушений. Лес смягчает и увлажняет климат, защищает поля от суховеев и пыльных бурь, способствует созданию оптимального температурного и водного режимов. Вместе с тем он является важнейшим элементом географического ландшафта, природы.

Лес служит местом отдыха населения республики. Тысячи горожан в праздничные и выходные дни различными видами транспорта добираются до его таинственных уголков, погружаются в его свежесть и тишину. Лес доставляет человеку большое эстетическое наслаждение. Многие писатели и поэты, композиторы и художники черпают в нем творческое вдохновение.

Одним из самых опасных и широко распространенных врагов леса является пожар. В засушливые годы пожары охватывают значительные площади, нанося при этом прямой материальный ущерб за период горения и тления, а также косвенный, проявляющийся в снижении водорегулирующей, почвозащитной, полезащитной, санитарно-гигиенической, эстетической и климатической роли леса. Поэтому борьба с лесными пожарами продолжает оставаться одной из наиболее актуальных проблем, требующих дальнейшего развития и совершенствования охраны лесов, увеличения объемов противопожарных мероприятий и повышения их эффективности [1].

В настоящее время наиболее эффективным, доступным и сравнительно недорогим способом борьбы с лесными пожарами является создание противопожарных барьеров и разрывов, ограничивающих распространение пожаров в лесу. Однако, несмотря на внедрение в последние десятилетия современных средств и методов предупреждения, обнаружения и ликвидации лесных пожаров, в отдельные, экстремальные по условиям погоды периоды, не удалось существенно ограничить их распространение [2].

Ежегодно высокая площадь, пройденная лесными пожарами, во многом обусловлена устаревшими противопожарными нормами к обустройству лесных массивов и отсутствием научно обоснованных методик расчета ширины противопожарных барьеров и разрывов. В связи с этим возникла необходимость в разработке вышеуказанных методик расчета для получения научно обоснованных параметров противопожарных барьеров и разрывов и выработке новых подходов к противопожарному обустройству лесных массивов Республики Азербайджан.

**Расчет ширины минерализованной полосы как преграды распространению лесного низового пожара.** Сосновые лесонасаждения, составляющие 50,2 % лесного фонда, в основном относятся к I классу природной пожарной опасности, что обуславливает необходимость их повышенной пожароустойчивости. В силу того что в лесном фонде республики на протяжении последнего десятилетия (1997–2006 гг.) наибольший удельный вес в пройденной пожарами площади занимали низовые пожары (около 80 %), возникла необходимость в оптимизации противопожарных разрывов в суходольных типах леса сосновой формации с целью ограничения распространения низовых пожаров. В качестве преград, препятствующих распространению лесных низовых пожаров и опорных полос для пуска отжига при локализации дейст-

вующих очагов, в лесах прокладываются минерализованные полосы. Фактически это полосы лесной территории, покрытые сплошным минеральным слоем почвы, по которым не может распространяться горение. Минерализованная полоса может быть самостоятельным противопожарным барьером или входить в состав противопожарного разрыва или заслона.

Для расчета оптимальной ширины минерализованной полосы как преграды распространению лесного низового пожара рассмотрим схему воздействия тепловых потоков от пламени на лесной горючий материал напочвенного покрова (ЛГМ) (рис. 1) [4].

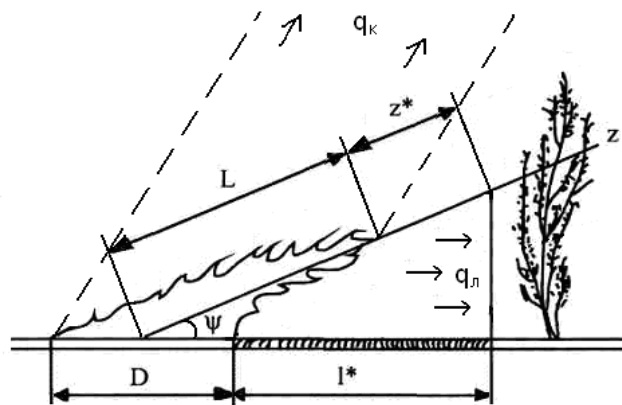


Рис. 1. Схема воздействия тепловых потоков от пламени низового пожара на ЛГМ:

$L$  – длина пламени;  $\psi$  – угол наклона пламени ветром;  
 $D$  – ширина кромки горения;  $z^*$  – предельное расстояние от пламени, на котором происходит воспламенение ЛГМ;  $l^*$  – ширина минерализованной полосы;  $q_k$  – конвекционный тепловой поток от пламени;  $q_l$  – лучистый тепловой поток от пламени

Теоретический анализ теплопередачи от пламени к единичному объему лесного напочвенного покрова, расположенному перед фронтом низового пожара, производится на основе закона сохранения энергии.

Тепловой поток от кромки горения, воздействующий на расположенный перед ней ЛГМ, состоит из конвекционного и лучистого тепловых потоков от пламени. В случае остановки пламени минерализованной полосой конвекционный поток не учитываем, так как пары нагретых газов с воздухом перемещаются вверх и не могут воспламенить лесной напочвенный покров за минерализованной полосой.

На рис. 1 видно, что в зону воздействия лучистого теплового потока попадает лесная подстилка с опадом, расположенная за минерализованной полосой. Предельное значение  $l^*$  получается при  $\psi = 0$ , когда пламя стелется вдоль поверхности лесного напочвенного покрова.

С учетом турбулентных пульсаций пламени, достигающих 50 % его средней длины, минимальную ширину минерализованной полосы  $l^*$  предлагается оценивать по формуле [4]:

$$l_{\Pi} = 1,5 \times (L + z^*), \quad (1)$$

где  $L$  – длина пламени, м;  $z^*$  – предельное расстояние от пламени на котором возможно воспламенение ЛГМ, м.

Из формулы (1) очевидно, что для определения ширины минерализованной полосы необходимо произвести расчет длины пламени и определить предельное расстояние от пламени, на котором в результате воздействия лучистого теплового потока происходит воспламенение ЛГМ.

На основании результатов, полученных при проведении исследований разработана методика расчета ширины минерализованной полосы в насаждениях. Разработанная методика расчета ширины минерализованной полосы в лесах позволит получить научно обоснованные параметры противопожарных барьеров и разрывов и выработать новые подходы к противопожарному обустройству лесных массивов Азербайджанской Республики [3].

### Литература

1. Овсянников, И. В. Противопожарное устройство лесов / И. В. Овсянников. – М. : Лесная пром-сть, 1978. – 112 с.
2. Червонный, М. Г. Охрана лесов / М. Г. Червонный. – М. : Лесная пром-сть, 1974. – 232 с.
3. Худоногов, Ю. А. О защитной эффективности лесопожарных минерализованных полос / Ю. А. Худоногов // Горение и пожары в лесу : сб. тр. / Ин-т леса и древесины Сибирского отд-ния Акад. наук СССР.– Красноярск : Ин-т леса и древесины Сибир. отд-ния Акад. наук СССР, 1984. – С. 78–79.
4. Гусев, В. Г. Физико-математические модели распространения пожаров и противопожарные барьеры в сосновых лесах. – СПб. : СПб НИИ ЛХ, 2005. – 200 с.

## ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

**З. В. Кобулиев**, д-р техн. наук, профессор

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
АН Республики Таджикистан, г. Душанбе*

**М. Абдусаматов**, академик

**К. Нуралиев**, академик

*Инженерная академия Республики Таджикистан, г. Душанбе*

**Введение.** В последние годы намерения Республики Таджикистан по завершению начатых в 80-е годы прошлого века и возведению новых гидроузлов сталкиваются с недопониманием и противодействием отдельных стран региона Центральной Азии. По данной тематике на страницах Интернета и других СМИ продолжается информационное наступление, целью которого является демонстрация мировому сообществу якобы «антиэкологической сущности» гидротехнических сооружений в странах верховья Сырдарьи и Амударьи в качестве главных виновников высыхания и катастрофы Аральского моря и угрозы водообеспеченности экономики и окружающей среды стран низовья.

Важной особенностью Центральной Азии является то, что Кыргызстан и Таджикистан с ограниченными углеводородными ресурсами и орошаемыми землями расположены в зоне формирования стока рек, а Казахстан, Туркменистан и Узбекистан с огромными углеводородными запасами и возможностями расширения орошаемых земель находятся в зоне рассеивания стока. Принимая во внимание аридность региона, можно сделать вывод о том, что вода является ключевым фактором социально-экономического развития и благополучия стран Центральной Азии.

Таджикистан и Кыргызстан стремятся активизировать собственное развитие и покрыть жесточайший дефицит электроэнергии путем строительства гидроэлектростанций. В это же время Узбекистан, Туркменистан и Казахстан заинтересованы сохранить и увеличить некогда выделенный Советским Союзом лимит водозабора из рек и удовлетворить свою возрастающую потребность в воде для орошения земель. В результате обостряется конфликт интересов между странами, условно называемыми «верховьем» и «низовьем» – Таджи-



кистаном и Кыргызстаном с одной стороны, и Узбекистаном, Туркменистаном и Казахстаном – с другой.

Страны низовья Центрально-азиатского региона пытаются превратить вопрос использования водных ресурсов Сырдарьи и Амударьи в международную проблему, тем самым оказать давление на страны верховья, добиваясь отказа от строительства гидроэнергетических объектов на их территориях. Страны низовья, несмотря на свою отсталую и низкоэффективную технологию в ирригации, обвиняют страны верховья в попытке овладения контролем над водными ресурсами посредством строительства гидроэлектростанций.

Это происходит в то время, когда стремление стран верховья к энергетической безопасности продиктовано, прежде всего, охраной здоровья своих народов, снижением уровня бедности и обеспечением развития экономики этих стран.

История становления стран ЦА в период независимости показывает, что Таджикистан реально был и остается одним из основных инициаторов действий по рациональному и эффективному использованию, интегрированному управлению водными ресурсами региона. Об этом в первую очередь свидетельствуют многочисленные инициативы Президента страны, проведенные форумы, международные конференции, круглые столы и другие мероприятия по водным вопросам.

Таким образом, исконно установившиеся отношения по воде превращаются в искусственно создаваемую проблему на пути реализации перспективных энергетических проектов Таджикистана. В связи с этим целесообразно дать некоторые разъяснения по сложившейся в водно-энергетическом секторе Центральной Азии обстановке.

**Формирование и распределение водных ресурсов в Центрально-азиатском регионе.** Таджикистан, Кыргызстан и Афганистан расположены в зоне формирования стока Сырдарьи и Амударьи – крупных рек Центрально-азиатского региона. Наиболее богатой водными ресурсами страной в регионе является Таджикистан, на территории которой формируется в среднем  $64 \text{ км}^3$  водного стока из общего среднемноголетнего ( $115 \text{ км}^3$ ) объема бассейна Аральского моря. С учетом реки Сырдарьи, сток которой формируется в Кыргызстане, протекающий по территории Таджикистана сток составляет около  $80 \text{ км}^3$ . При формировании более половины водных ресурсов на своей территории Таджикистан использует около 10 % общего стока: 15,4 % стока рек бассейна Амударьи и 7 % стока Сырдарьи.

В процентном отношении, в пределах Таджикистана формируется приблизительно 55,4 % общего стока бассейна Аральского моря, в Кыргызстане – 25,3 %, в Узбекистане – 7,6 %, в Казахстане – 3,9 %, в Туркменистане – 2,4 %, на территории Афганистана, Китая и Пакистана – 5,4 %.

На основе выделенных лимитов советского периода из стока реки Сырдарья Узбекистан использует 50,5 %, Казахстан 42,2 %, Таджикистан 7 % и Кыргызстан 0,5 %, а из стока реки Амударья выделены Узбекистану 42,2 %, Туркменистану 42,3 %, Таджикистану 15,2 %, Кыргызстану 0,3 % водных ресурсов.

По данным Научно-информационного центра Международной Координационной Водохозяйственной Комиссии (НИЦ МКВК), средний показатель удельного водопотребления в мире составляет 700 м<sup>3</sup>/человек/год, тогда как этот показатель на уровне 2003 г. составляет для Узбекистана 2594, Туркменистана – 4044, Таджикистана – 1843, Кыргызстана – 1371 и Казахстана – 1943 м<sup>3</sup>/человек/год.

Вопросы управления водными ресурсами региона регулируются в настоящее время рядом документов советского и постсоветского периодов. Наиболее важными из них являются Алматинское соглашение о сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов (1992 г.) и Нукусская Декларация по проблемам устойчивого развития бассейна Аральского моря (1995 г.).

Руководствуясь «Соглашением между Республикой Казахстан, Республикой Кыргызстан, Республикой Узбекистан, Республикой Таджикистан и Туркменистаном о сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников» (г. Алматы, 18 февраля 1992 г.), уважая сложившуюся структуру и принципы распределения водных ресурсов, основываясь на действующих нормативных документах, стороны создали на паритетных условиях Межгосударственную Координационную Водохозяйственную Комиссию (МКВК) по проблемам регулирования, рационального использования и охраны водных ресурсов межгосударственных источников с бассейновыми водохозяйственными объединениями (БВО) «Сырдарья» и «Амударья».

БВО «Амударья» и БВО «Сырдарья» являются исполнительными органами МКВК, ответственными за обеспечение соблюдения установленных МКВК лимитов водозаборов из трансграничных водных объектов странами-членами МКВК и подачи воды в Аральское море и При-

аралье, мониторинг качества водных ресурсов и эксплуатацию гидротехнических сооружений, находящихся на балансе объединений.

Практика деятельности вышеперечисленных органов показывает, что страны региона при конструктивном подходе в рамках этих структур (МКВК, БВО) могут преодолеть любые проблемы в вопросах водопользования в бассейне Аральского моря. Важно, что эти органы также призваны способствовать укреплению взаимного доверия между странами ЦА.

УДК 614.8

## **ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**Е. Л. Козловская, М. Ю. Стриганова**

*ГУО «Командно-инженерный институт»  
МЧС Республики Беларусь, г. Минск*

Вода является основой жизни людей: она необходима повсеместно для питья, умывания, приготовления еды, уборки помещений, выращивания сельхозпродукции, а также нужна для работы промышленных предприятий и энергетики.

Интенсивное использование водных ресурсов влечет за собой резкое изменение их качественных параметров в результате сброса в воду самых разнообразных загрязнителей антропогенного происхождения, а их естественные экосистемы разрушаются.

Угрозы источникам водоснабжения исходят от событий естественного и техногенного характера:

– хроническое антропогенное загрязнение водоисточников (патогенные микроорганизмы, биогены, тяжелые металлы, радионуклиды, ядохимикаты, диоксины, фенолы, нефтепродукты, специфические промышленные загрязнения, застройка водоохраных зон);

– природные экстремальные события (половодья, паводки, дожди, ветровое перемешивание, цветение фитопланктона, нарушение кислородного режима, выход загрязнений из донных отложений);

– природные и социальные катастрофы (наводнения, ураганы, землетрясения, пожары (лесные, степные, торфяные), эпидемии и эпизоотии, массовые беспорядки, террористические акты, военные действия);

– техногенные катастрофы (пожары на жилых и производственных объектах, на транспорте, аварии на производстве, на транспорте, на нефте- и газопроводах, на очистных сооружениях, нелегальные сбросы загрязняющих веществ).

В связи с этим защита источников водоснабжения должна обеспечиваться выполнением следующих требований:

– организационных (эффективное использование финансовых средств и материально-технических ресурсов, выделяемых на защиту; соблюдение инженерно-технических норм проектирования; ограничение подачи питьевой воды на технические нужды и на горячее водоснабжение в ЧС);

– инженерно-технических (устройство укрытий для защиты личного состава и оборудования; автоматизацию контроля загрязнения воды на источниках водоснабжения, в районах размещения радиационно-, химически-, биологически-, пожаро-, взрыво- и гидродинамически опасных объектов);

– санитарно-гигиенических и противоэпидемических (режимы специальной очистки, т. е. осветление, обесцвечивание, обезвреживание и обеззараживание воды; систематический контроль за процессом транспортирования воды и сохранения ее качества).

Безопасность питьевого водоснабжения стала одной из главных составляющих общей экологической безопасности населения. Нормативное обеспечение централизованного водоснабжения, направленное на выполнение высоких требований к качеству воды и полное удовлетворение в ней, должно охватывать не только технические и экономические, но и экологические факторы.

### **Литература**

1. Шимова, О. С. Основы экологии и экономики природопользования : учебник / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский. – Минск : БГЭУ, 2002. – С. 89–102.
2. Журба, М. Г. Очистка и кондиционирование природных вод: состояние, проблемы и перспективы развития / М. Г. Журба // Водоснабжение и санитар. техника. – 2002. – № 5.
3. Витченко, А. Н. Геоэкология: курс лекций / А. Н. Витченко. – Минск : БГУ, 2002. – 101 с.

УДК 502.55:628.192

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО СОРБЕНТА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

**И. М. Вертячих**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

**В. И. Жукалов**, ст. преподаватель, магистр техн. наук

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

В [2], [3] описывали способ получения комбинированного сорбента нефти и нефтепродуктов. С целью определения сорбирующей способности полученного материала создавали 0,6%-ю эмульсию нефти Речицкого месторождения в воде, которую пропускали через разработанный многослойный полимерный волокнистый материал. Взвешиванием определяли количество израсходованного сорбента и, исходя из этого, рассчитывали количество нефти (масла), поглощенного 1 г адсорбирующего материала. Аналогичные испытания проводили по сбору диспергированного в воде машинного масла (ТУ 0253-007-00219158–94).

В качестве полимерных материалов для изготовления образцов выступали полиэтилен высокого давления и полипропилен с поляризованным в поле коронного разряда напряженностью 9–21 кВ/см наполнителем (диоксид кремния  $\text{SiO}_2$ ) дисперсностью 15–20 мкм с концентрацией в волокне 8–16 % и адгезионно закрепленными на волокнах частицами модифицированной бентонитовой глины дисперсностью 30–40 мкм в количестве 4–21 мас. %, модифицированной соапстоками жирных кислот.

По результатам проведенных испытаний получено, что наибольшую сорбционную емкость имеет образец полимерного волокнистого материала, выполненный из полиэтилена высокого давления с поляризованным в поле коронного разряда напряженностью 18 кВ/см наполнителем (диоксид кремния  $\text{SiO}_2$ ) дисперсностью 15–20 мкм с концентрацией в волокне 16 % и адгезионно закрепленными на волокнах частицами модифицированной бентонитовой глины дисперсностью 30–40 мкм в количестве 21 мас. %, модифицированной соапстоками жирных кислот. Сорбционная емкость данного образца материала составила по 0,6%-й эмульсии нефти Речицкого месторождения в воде и машинному маслу 44,7 и 47,3 г/г соответственно.

В результате исследования выявлено, что сочетание инкапсулированного в волокна полимерного материала поляризованного дисперсного наполнителя в виде частиц диоксида кремния  $\text{SiO}_2$  с нанесенными на волокна материала частицами модифицированной бентонитовой глины существенно повышает эффективность сбора диспергированной в воде нефти. Это, по-видимому, обусловлено тем, что приобретаемый на поверхности волокон биполярный заряд электрета эффективной поверхностной плотностью  $\sigma_{\text{эф}} = 0,20\text{--}0,28$  нКл/см<sup>2</sup> способствует лучшему смачиванию поверхности волокна за счет деформирования сольватных оболочек и дезориентации дипольных молекул воды. В итоге улучшаются гидрофобные свойства полимерных волокон.

В то же время сорбент с поляризованным наполнителем в поле коронного разряда напряженностью свыше 20–21 кВ/см не приводит к существенному повышению сорбционной способности, как впрочем и сорбент с неполяризованным наполнителем и немодифицированной бентонитовой глиной.

Предложенный сорбент найдет применение при ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в случае использования его в виде разнообразных гранул, масловпитывающих салфеток, рулонов, прочных полос для сбора нефти с поверхности воды путем траления, матов, заградительных бонов, нефтеулавливающих сетей, подушек и сыпучего порошкового сорбента [1].

Существует возможность перевода разработанного комбинированного адсорбента в состояние «насыпного» материала в виде фрагментов с малыми (5 мм и менее) линейными размерами [4]. Полученные таким образом «перья» (крошки) различаются не только уровнем развитости поверхности, но и механизмом осуществления сорбционного процесса [5]. В случае применения разработанного сорбента в виде «перьев» для очистки сильно загрязненной нефтью поверхности воды, наряду с процессом адсорбции, будет протекать процесс сгущения нефти вследствие образования суспензии гидрофобных частиц в данной жидкой фазе. В последующем образовавшиеся коагуляты нефти с сорбентом можно будет легко собирать при помощи скиммеров.

### Литература

1. Вертячих, И. М. Полимерные волокнистые melt-blown материалы для ликвидации аварий с разливами нефти и нефтепродуктов / И. М. Вертячих, В. И. Жукалов // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. – 2011. – № 1 (6). – С. 53–58.

2. Вертячих, И. М. Комбинированный сорбент для ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / И. М. Вертячих, В. И. Жукалов // Проблемы и перспективы развития и обеспечения безопасности жизнедеятельности : сб. тез. докл. Межд. науч.-практ. конф., 27 марта 2015 г. / ЛГУБЖ. – Львов, 2015. – С. 39.
3. Комбинированный сорбент для сбора и локализации водной эмульсии нефти и нефтепродуктов / И. М. Вертячих, И. И. Суторьма, С. Н. Бобрышева, В. И. Жукалов, М. М. Журов : заявка № а 20130571 от 02.05.2013.
4. Измельчитель полимерных материалов : пат. на полезную модель № 9285.
5. Каменьщиков, Ф. А. Нефтяные сорбенты / Ф. А. Каменьщиков, Е. И. Богомольный. – Москва-Ижевск : Регуляр. и хаот. динамика, 2005. – С. 86–90.

УДК 614.8

## **ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ТАДЖИКИСТАНА И РЕАЛИЗАЦИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ**

**З. В. Кобулиев**, д-р техн. наук, профессор

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
АН Республики Таджикистан, г. Душанбе*

**К. Нуралиев**, академик

**М. Абдусаматов**, академик

*Инженерная академия Республики Таджикистан, г. Душанбе*

Таджикистан занимает 8-е место в мире по запасам гидроэнергоресурсов. Из потенциально возможных к освоению 527 млрд кВт · ч используется всего около 16–17 млрд кВт · ч. Дефицит в 5 млрд кВт · ч образуется в основном в зимний период, в то время как летом производство электроэнергии в стране превышает собственные потребности на 1,5 млрд кВт · ч. В советское время эти излишки электроэнергии поступали в единую энергосеть стран ЦА и в зимнее время возвращались в Таджикистан. Главным принципом успешного существования данной схемы считалось возмещение услуг за регулирование стока в целях ирригации в летнее время, компенсация невыработанной электроэнергии в осенне-зимний период и покрытие ежегодного ущерба от затопления и подтопления в странах верховья, путем равноценных поставок тепло- и энергоресурсов из стран низовья. Такой принцип компенсации был разумным и справедливым, обеспечивал энергоснабжение Таджикистана в зимнее время и бесперебойное водоснабжение стран низовья в летнее время.

С обретением странами региона независимости, к сожалению, были разрушены хозяйственные связи, включая приведенную взаимовыгодную схему, постепенно ухудшалась ситуация с решением водно-энергетических проблем в регионе. В итоге отказ от сложившейся в течение десятилетий энергетической системы и стал основой для настоящих региональных водно-энергетических разногласий.

Таджикистан столкнулся с острым дефицитом электроэнергии, что ограничило возможности развития всех отраслей экономики, здравоохранения, образования, продовольственного обеспечения, создания рабочих мест. Это все препятствует сокращению уровня бедности. Участвовавшие стихийные природные бедствия (зимние морозы, сели, наводнения, оползни, засухи и т. д.) создали дополнительные проблемы в экономике страны и для ее населения.

Общеизвестно, что 93 % территории Таджикистана составляют горы. На душу населения приходится всего 0,10 га орошаемых земель. Очевидно, что путь сельскохозяйственного развития страны весьма ограничен и выходом является рост других отраслей экономики. Страна не располагает достаточными ресурсами углеводородных источников энергии. Подсчитано, что в настоящее время от полумиллиона до более одного миллиона из 8,2 млн населения Таджикистана не имеют доступа к адекватному энергоснабжению. Гидроэнергетика является единственным источником обеспечения населения и экономики энергией. 98 % электроэнергии вырабатывается на гидроэлектростанциях. Этой отрасли принадлежит ведущая роль в социально-экономическом развитии Таджикистана.

Вопросы развития энергетики Таджикистана, включающие строительство как крупных, так и средних и малых гидроэнергетических объектов, являются не только экономически актуальными, но и жизненно важными, играющими ключевую роль в сохранении независимости и снижении уровня бедности в стране. Это создает условия для развития человеческого потенциала через доступ к нормально функционирующим секторам экономики, жилищно-коммунальным услугам и санитарно-гигиеническим нормам и др.

Исходя из этого, Таджикистан придает исключительное значение обеспечению энергетической безопасности путем завершения строительства Рогунской ГЭС, а также ряда других гидроэлектростанций. Необходимо отметить, что ускорение завершения строительства Рогунского гидроузла было предусмотрено по действующей в настоящее время «Уточненной схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Амударья» (1987 г.), наряду



с распределением лимитов водозаборов из реки, которые были приняты всеми странами бассейна реки Амударья.

Государства региона, подписавшие Алматинское соглашение 1992 г. и Нукусскую Декларацию (1995 г.), заявили о том, что «Центрально-Азиатские государства признают ранее подписанные и действующие соглашения, договора и другие нормативные акты, регулирующие взаимоотношения между ними по водным ресурсам в бассейне Арала и принимают их к неукоснительному исполнению». Тем не менее страны низовья, признавая в целом указанный документ и выделенные им выгодные лимиты водозаборов, одновременно выступают против строительства крупных ГЭС в странах верховья.

При участии представителей водохозяйственных и энергетических ведомств Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана в 2000–2003 гг. была разработана «Стратегия регионального сотрудничества по рациональному и эффективному использованию водных и энергетических ресурсов Центральной Азии (СПЕСА)». Согласно ООН-СПЕСА, запасов нефти и газа в Центральной Азии осталось на 60 лет, а запасы возобновляемых гидроэнергетических ресурсов превышают нынешнее потребление электроэнергии Центральной Азии в 3,5 раза. Значительная часть, около 80 % этого потенциала, находится в Таджикистане. Было бы неразумно, исходя из сиюминутных политических выгод, лишать страны региона относительно дешевой электроэнергии, причиняя различного рода препоны на пути строительства гидроэлектростанций. Необходимо учесть, что строительство гидроэлектростанций также требует времени. При современных темпах строительства гидроэлектростанций даже за 50–60 лет трудно построить достаточное количество гидроэнергетических генерирующих мощностей к началу дефицита углеводородных энергоносителей.

Стремясь развивать гидроэнергетику, Таджикистан отчетливо понимает, что собственная энергетическая безопасность не может быть достигнута за счет снижения водообеспеченности соседних государств. В этой связи Таджикистан считает, что выход из создавшейся ситуации возможен при наличии согласованной региональной политики, устойчивого функционирования схемы водно-энергетического обмена и совместного освоения гидроэнергетического потенциала.

Известно, что гидроэнергетика, в отличие от ирригации, не является безвозвратным водопотребителем. То есть она только пропускает воду через турбины ГЭС, без ее забора со ствола реки. Орошаемое же земледелие в странах низовья, потребляя более 80 % водных ресурсов региона, в основном забирает речной сток безвозвратно,

а если и возвращает, то небольшую ее часть в виде загрязненного дренажного стока.

Таджикистан является последовательным сторонником интеграции стран ЦА в области использования водно-энергетических ресурсов. Поддерживая бассейновые принципы управления водными ресурсами с целью их справедливого и рационального использования, а также совместного освоения, Правительство Таджикистана предложило странам региона принять участие в строительстве Рогунской и других ГЭС на территории Таджикистана. В этой связи учрежден Международный консорциум инвесторов и финансирующих сторон для реализации Рогунского гидроэнергетического проекта, о котором еще в декабре 2007 г. официально были уведомлены все страны ЦА. На данный момент положительное решение по данному проекту содержит экспертизы специалистов Всемирного банка.

Таким образом, Рогунская ГЭС является открытым для совместного строительства объектом, и страны региона в процессе возведения данного гидроузла могут быть его полноправными участниками. Такое сотрудничество создаст крепкую основу для совместного установления режима попусков воды из водохранилища после завершения строительства.

В условиях резкого демографического роста населения региона и отчетливого изменения климата строительство и рациональное использование гидроэнергетических ресурсов, создание водно-энергетического консорциума обеспечит устойчивое развитие региона и позволит решить проблемы бедности, образования, здравоохранения, создания рабочих мест и других жизненно важных социально-экономических вопросов.

УДК 614.8.084

## **К КРИТЕРИЯМ ВЫБОРА ИНГРИДИЕНТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ**

**В. В. Копытков**, начальник кафедры, канд. техн. наук, доцент

**А. В. Шныпарков**, доцент кафедры, канд. физ.-мат. наук, доцент

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

В настоящее время наблюдается значительное расширение рынка огнезащитных составов, успешно разрабатываются и внедряются новые средства огнезащиты отечественного и зарубежного производства [1].

При выборе эффективного огнезащитного состава потребитель обращает внимание на целостность и декоративные свойства формируемых из составов покрытий. Это становится актуальным при использовании многофункциональных составов, где происходят сложные химические взаимодействия между многочисленными компонентами.

Образуемые на их основе покрытия могут терять свою сплошность как в первые часы после нанесения на защищаемые поверхности, так и в процессе эксплуатации.

Так, после введения в жидкостекольный состав солей  $ZnCl_2$  и  $(NH_4)_2SO_4$ , способствующих ингибированию процесса горения [2], наблюдалось уменьшение смачиваемости составами поверхностей деревянных образцов. Анализ морфологии поверхности свидетельствует не только об отсутствии сплошности покрытий, но и о неравномерном распределении компонентов в образующихся покрытиях (рис. 1).

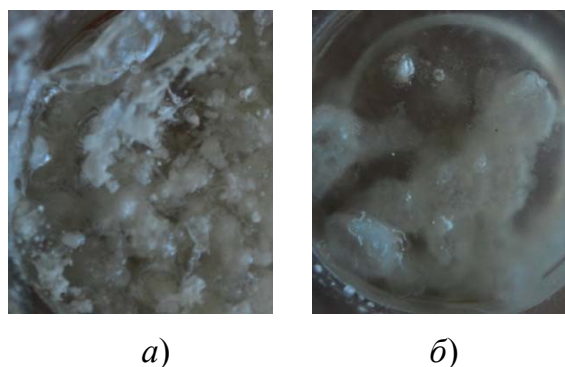


Рис. 1. Морфология поверхности на основе жидкостекольной композиции и  $ZnCl_2$  (а) и  $(NH_4)_2SO_4$  (б)

Таким образом, при разработке и, что особенно важно, оптимизации рецептуры огнезащитных составов важным критерием является химическая совместимость предлагаемых ингредиентов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Объединенного института ядерных исследований (грант № 080-312).*

### Литература

1. Огнезащитные средства : ежемес. обзор информации о технике, способах и технологиях предупреждения и ликвидации чрезвычайн. ситуаций. – Минск : НИИ ПБ и ЧС, 2011. – № 21.
2. Собурь, С. В. Огнезащита материалов и конструкций : справочник / С. В. Собурь. – 3-е изд. – М. : Пожкнига, 2004. – 240 с. : ил.

## ПОЛНОКОМПОЗИТНЫЕ БАЛЛОНЫ ДЛЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА СЖАТОМ ВОЗДУХЕ И ПУТИ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

**И. М. Вертячих**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

**В. И. Жукалов**, ст. преподаватель, магистр техн. наук

**А. З. Скорород**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

В составе дыхательных аппаратов со сжатым воздухом используются различные типы баллонов, отличающиеся друг от друга конструкцией, материалами, способами изготовления и массой [1]. По мере уменьшения веса все типы баллонов, не прибегая к точной классификации и подробному описанию конструкции, условно можно расположить в следующем порядке: металлические, металлокомпозитные и полнокомпозитные.

Перспективным направлением в развитии дыхательных аппаратов на сжатом воздухе является комплектация их полнокомпозитными баллонами. Полнокомпозитные баллоны имеют десятикратный запас прочности, и они взрывобезопасны и безосколочны.

Единственным, но значимым недостатком того или иного полнокомпозитного баллона является меньшая стойкость к ударным нагрузкам. С целью снижения данного недостатка необходимо применять конструкторские и технологические решения.

Снижения веса баллона с одновременным повышением его прочности можно достигнуть, применив в композиционном материале наполнители, создающие в объеме полимерного связующего поляризационный заряд. В основу поляризации положены физико-химические процессы, протекающие при нагревании полимера между электрически замкнутыми обкладками из разнородных металлов (M1–M2), и способности полимерных материалов приобретать устойчивый объемный электрический заряд, приводящий к увеличению прочности полимерных композитов.

Проведенные испытания показали, что прочность полимерных композитов с наполнителем металлизированным разнородными металлами в 1,2–1,25 раза выше прочности контрольных образцов. Технология получения такого материала позволяет применять ее для изготовления силовых оболочек как металлокомпозитных, так полнокомпозитных баллонов в средствах защиты органов дыхания пожарных-спасателей.

## Литература

1. Дыхательные аппараты со сжатым воздухом для пожарных спасателей. Общие технические требования. Методы испытаний : НПБ 82–2004.
2. Гольдаде, В. А. Электретные пластмассы: физика и материаловедение / В. А. Гольдаде, Л. С. Пинчук ; под ред. В. А. Белого. – Минск : Наука и техника, 1987. – 231 с.

УДК 614

## ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКОВЫХ ФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЖАРНОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**В. А. Ковтун**, профессор кафедры, д-р техн. наук, профессор  
**Р. Л. Горбачевич**, преподаватель, магистр техн. наук

*ГОУ «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

**В. Н. Пасовец**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

*ГУО «Командно-инженерный институт»  
МЧС Республики Беларусь, г. Минск*

Среди современных фрикционных материалов, успешно применяемых для эксплуатации в машиностроении, в том числе в пожарной аварийно-спасательной технике, важное место занимают порошковые композиты, обладающие комплексом необходимых фрикционных характеристик. Наиболее значимыми из данных характеристик являются: коэффициент трения и износостойкость. Однако традиционно используемые фрикционные материалы практически исчерпали свой ресурс повышения эксплуатационных характеристик и не могут быть применены в узлах трения новых энергонагруженных машин и механизмов. Таким образом, постоянно растущая энергонагруженность создаваемых машин и механизмов требует применения новых композитов с более высокими и стабильными характеристиками.

Современным машиностроением остаются востребованными фрикционные порошковые композиты на основе металлической матрицы, так как данные материалы позволяют учесть весь комплекс эксплуатационных требований, предъявляемых к фрикционным материалам, используемым в узлах трения автомобильной и специальной техники. Высокие значения ресурса работы таких материалов обеспечиваются высокой теплопроводностью и хорошей прирабатываемостью изделий фрикционного назначения на металлической матрице [1].

Исследования триботехнических характеристик разработанных материалов проводились на опытных образцах, изготовленных из многокомпонентных композиций методом электроконтактного спекания исходных компонентов. В состав материала входили следующие компоненты: порошок железа ПЖР 2.160.28 ГОСТ 9849–86, порошок меди ПМС-1 ГОСТ 4960–2009, порошок никеля ПНЭ-1 ГОСТ 9722–97, порошок хрома Х99Н4-1 ГОСТ 5905–2004, порошок бария сернокислого ГОСТ 11380–74, порошок графита ГК-1 ГОСТ 4404–86, порошок ситалла ГОСТ 9553–74, наноструктурный наполнитель, синтезированный в процессе термического разложения молекул углеводородов. Наноструктурный наполнитель представлял собой композицию с содержанием 50 % углеродных нанотрубок и 50 % луковичных наноструктур углерода.

Предварительно порошки высушивались при температуре 100 °С до содержания влаги не более 3 %. Исходные компоненты порошковых композиций смешивались в специальном активаторе-смесителе [2]. Полученную порошковую композицию помещали в пресс-форму, в которой производилось формование образцов при давлении 300 МПа. Последующее спекание порошкового материала проводили при силе тока 6 кА.

Фрикционные и износостойкие свойства многокомпонентных композиций исследовались на серийной машине трения 2070 СМТ-1 по схеме «палец–диск». Диск – контртело диаметром 40 мм был выполнен из стали 45 (HRC 48-50) и шероховатостью поверхности  $R_a = 1,25$  мкм. Пальцем служили полученные образцы. Испытания проводились при температуре  $(295 \pm 2)$  К на воздухе в условиях трения без смазки. Режим трения: скорость скольжения – 10 м/с; давление 1,0 МПа.

Проведенные исследования показали, что на износостойкость фрикционных материалов влияет количественное содержание наноструктурного наполнителя. Установлено, что при увеличении содержания наноструктурного наполнителя до 0,03 мас. % интенсивность изнашивания фрикционного композита монотонно снижается. Материал, содержащий в своем составе 0,02–0,04 мас. % наноструктурного наполнителя, имеет приемлемую интенсивность изнашивания, составляющую 19–22 мкм/км. При дальнейшем увеличении содержания наноструктур углерода в материале происходит значительное ухудшение интенсивности изнашивания композита. Так, композит с содержанием наноапполнителя 0,06 мас. % обладает

значениями интенсивности изнашивания, сопоставимыми со значениями интенсивности изнашивания материала не содержащего в своем составе наноструктур углерода, а именно 24–25 мкм/км.

Исследования зависимости коэффициента трения полученных материалов от содержания в них наноструктурного наполнителя показали, что при увеличении количества наноструктур углерода в материале до 0,08 мас. % коэффициент трения монотонно снижается. Однако для фрикционных материалов, работающих в условиях трения без смазки, снижение коэффициента трения ниже 0,3–0,35 нежелательно, так как вместе с коэффициентом трения снижается эффективность применения данных материалов.

Основываясь на результатах проведенных триботехнических исследований, можно сделать вывод о том, что оптимальное количество наноструктурного наполнителя в фрикционном порошковом композиционном материале на основе железной матрицы по критерию износостойкости составляет 0,03 мас. %.

### Литература

1. Ковтун, В. А. Фрикционные композиты с порошковой металлической матрицей, содержащие в качестве наполнителя структуры углерода (обзор) / В. А. Ковтун, В. Н. Пасовец, Р. Л. Горбацевич // *Материалы, технологии, инструменты*. – 2014. – Т. 19, № 3. – С. 12–20.
2. Смеситель-активатор порошковых материалов : пат. 10409 Респ. Беларусь, МПК В 02С 17/16 / В. Н. Пасовец, В. А. Ковтун ; заявитель ГИИ МЧС Респ. Беларусь. – № и 20140184 ; заявл. 19.05.14 ; опубл. 30.12.14 // *Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці*. – 2014. – № 6. – С. 184–185.

УДК 621.671.22:678.01

## ОЦЕНКА КАСАТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩЕГО НА СТЕНКЕ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

**И. М. Вертячих**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент  
**А. З. Скороход**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент  
**В. И. Жукалов**, ст. преподаватель, магистр техн. наук

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

**Практическое обоснование.** Традиционно касательное напряжение в потоках однофазных сред находили экспериментальным путем или с использованием полуэмпирических выражений. Поэтому разработка теоретических подходов на основе математических моде-

лей и уравнений динамической скорости трения (касательного напряжения) в каналах как функции осредненной скорости жидкости, связанной с поверхностью трения эффектами смачивания, является достаточно актуальной проблемой.

**Методы.** Рассмотрена математическая модель для расчета динамической скорости трения, возникающего на твердых стенках в зависимости от скорости движения жидкости. Эффективность работы лопастного насоса во многом определяется характеристиками пограничного слоя. Как известно [1], пограничный слой образуется на границе раздела «твердое тело – жидкость» при движении жидкости и оказывает влияние на гидродинамическое сопротивление при движении среды относительно твердого тела, перенос массы и тепла. В этом тонком слое скорость течения возрастает от нуля на стенке (прилипание) до своего полного значения во внешнем потоке, в котором жидкость можно рассматривать текущей без трения. Указанный тонкий слой называют, следуя Л. Прандтлю [2], пограничным слоем или слоем трения.

**Результаты.** Толщину пограничного слоя для случая безотрывного обтекания плоской пластины можно приближенно определить, полагая, что внутри пограничного слоя силы инерции равны силам трения. Сила инерции, отнесенная к единице объема, равна,

$$F_{\text{ин}} = \rho v \frac{\partial v}{\partial x}.$$

Для пластины длиной  $L$  величина  $\frac{\partial v}{\partial x}$  пропорциональна  $U/L$ , где  $U$  есть скорость внешнего течения. Следовательно, сила инерции имеет величину порядка  $\rho U^2 L$ . С другой стороны, сила трения, отнесенная к единице объема, равна  $\frac{\partial \tau}{\partial y}$  и при условии, что течение ламинарное, равна

$$F_{\text{тр}} = \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}.$$

Градиент скорости в направлении, перпендикулярном к стенке, т. е. производная  $\frac{\partial u}{\partial y}$ , имеет величину порядка  $U/\delta$ , поэтому сила трения, отнесенная к единице объема, пропорциональна  $\mu U/\delta^2$ , При-



равняв силу трения силе инерции и решив уравнение относительно  $\delta$ , получим соотношение

$$\delta = 5\sqrt{\frac{\nu L}{U}} = \frac{5L}{\sqrt{\text{Re}}}, \quad (1)$$

где  $\nu$  – кинематическая вязкость жидкости,  $\text{м}^2/\text{с}$ ; 5 – коэффициент пропорциональности Блазиуса для ламинарного подслоя [3].

Как следует из (1), толщина пограничного слоя пропорциональна величине вязкого трения на границе раздела фаз.

**Заключение.** Из равенства (1) следует, что относительная толщина пограничного слоя  $\delta/L$  уменьшается при увеличении числа  $\text{Re}$  пропорционально  $(1/\text{Re})^{1/2}$ , следовательно, при переходе к жидкости, лишенной трения, т. е. при переходе к  $\text{Re} \rightarrow \infty$ , пограничный слой исчезает. Кроме того, на толщину пограничного слоя существенно влияет гидрофобность на границе раздела фаз.

### Литература

1. Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя : пер. с нем. / Г. Шлихтинг. – М. : Гл. ред. физ.-мат. лит. изд-ва «Наука», 1974. – 218 с.
2. Herbert Oertel: Prandtl – Führer durch die Strömungslehre. Grundlagen und Phänomene; Vieweg Verlag; Braunschweig 2002; ISBN 3-528-48209-5.
3. Основы механики жидкости : учеб. пособие / В. Н. Белозерцев [и др.]. – Самара : Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2006. – 324 с.

УДК 628.1:614.84(075.8)

## ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

**К. Д. оглы Алмазов**, преподаватель

*Академия МЧС Республики Азербайджан, г. Баку*

Противопожарное водоснабжение – это система водопровода, которая обеспечивает подачу воды для питьевых, хозяйственных и производственных нужд, а также достаточное количество воды, необходимое для тушения пожара.

Противопожарное водоснабжение – это совокупность мероприятий по обеспечению водой различных потребителей для тушения пожара. Проблема противопожарного водоснабжения одна из основных в области пожарного дела. Современные системы водоснабжения представляют собой сложные инженерные сооружения и устройства,

обеспечивающие надежную подачу воды потребителям. С развитием водоснабжения населенных мест и промышленных предприятий улучшается их противопожарная защита, так как при проектировании, строительстве, реконструкции водопроводов учитывается обеспечение не только хозяйственных, производственных, но и противопожарных нужд Азербайджанской Республики. Основные противопожарные требования Государственной Службы Пожарной Безопасности МЧС Республики Азербайджан предусматривают необходимость поступления нормативных объемов воды под определенным напором в течение расчетного времени тушения пожаров.

**Классификация водопровода по давлению.** По назначению водопроводы разделяются на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные. В зависимости от напора различают противопожарные водопроводы высокого и низкого давления. В противопожарном водопроводе высокого давления в течение 5 мин после сообщения о пожаре создают напор, необходимый для тушения пожара в самом высоком здании без применения пожарных машин. Для этого в зданиях насосных станций или в других отдельных помещениях устанавливают стационарные пожарные насосы. В водопроводах низкого давления во время пожара для создания требуемого напора используют пожарные насосы, которые подключают к пожарным гидрантам с помощью всасывающих рукавов.

В водопроводах высокого давления вода к месту пожара подается по рукавным линиям непосредственно от гидрантов под напором от стационарных пожарных насосов, установленных в насосной станции. Все сооружения водопровода проектируют так, чтобы во время эксплуатации они пропускали расчетный расход воды для пожарных нужд при максимальном расходе воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды. Кроме того, в резервуарах чистой воды и водонапорных башнях предусматривают неприкосновенный запас воды для тушения пожаров, а в насосных станциях второго подъема устанавливают пожарные насосы.

Насосно-рукавные системы, которые собирают при тушении пожаров, также являются элементарными противопожарными водопроводами высокого давления, состоящими из источника водоснабжения, водоприемника (всасывающей сетки), всасывающей линии, объединенной насосной станции первого и второго подъема (пожарного насоса), водопроводов (магистральных рукавных линий), водопроводной сети (рабочих рукавных линий). Водонапорные башни

предназначены для регулирования напора и расхода в водопроводной сети. Их устанавливают в начале, середине и в конце водопроводной сети. Водонапорная башня состоит из опоры (ствола), бака и шатра – устройства, предохраняющего бак от охлаждения и замерзания в нем воды. Высоту башни определяют гидравлическим расчетом с учетом рельефа местности. Обычно высота башни 15–40 м.

Вместимость бака зависит от размера водопровода, его назначения и может колебаться в широких пределах: от нескольких кубометров на маломощных водопроводах до десятков тысяч кубометров на крупных городских и промышленных водопроводах. Размер регулирующей емкости определяют в зависимости от графиков водопотребления и работы насосных станций. Кроме того, включают неприкосновенный пожарный запас для тушения одного наружного и одного внутреннего пожаров в течение 10 мин. Бак оборудуют нагнетательной, разборной, переливной и грязевой трубами. Часто нагнетательную и разборную трубы объединяют.

Разновидностью водонапорных башен являются водонапорные резервуары, которые предназначены не только для регулирования напора и расхода в водопроводной сети, но и для хранения противопожарного запаса воды для тушения пожаров в течение 3 ч. Резервуары располагают на возвышенных местах.

Водонапорные резервуары и башни включают в водопроводную сеть последовательно и параллельно. При последовательном включении через них проходит вся вода от насосных станций. В этом случае нагнетательную и разборную трубы не объединяют, и они работают раздельно. При минимальном водопотреблении излишки воды накапливают в резервуаре или в баке, а при максимальном этот запас направляют в водопроводную сеть.

При параллельном включении в водопроводную сеть в резервуары и баки поступает излишек воды (при минимальном водопотреблении), а при максимальном водопотреблении его направляют в сеть. В данном случае нагнетательный и разводящий трубопроводы могут быть объединенными. Для контроля уровня воды в баках и резервуарах предусматривают измерительные устройства.

По нормативным документам ГСПБ МЧС Азербайджана по виду обслуживаемого объекта системы водоснабжения подразделяются на городские, поселковые, а также промышленные, сельскохозяйственные, железнодорожные и др.

По виду используемых природных источников различают водопроводы, забирающие воду из поверхностных источников (рек, водо-

хранилищ, озер, морей) и подземных (артезианских, родниковых). Имеются также водопроводы смешанного питания. По способу подачи воды водопроводы бывают напорные с механической подачей воды насосами и самотечные (гравитационные), которые устраивают в горных районах при расположении водоисточника на высоте, обеспечивающей естественную подачу воды потребителям.

По назначению системы водоснабжения делят на хозяйственно-питьевые, удовлетворяющие нужды населения; производственные, снабжающие водой технологические процессы производства; противопожарные и объединенные. Последние устраивают, как правило, в населенных пунктах. Из этих же водопроводов вода подается и на промышленные предприятия, если они потребляют незначительное количество воды или по условиям технологического процесса производства требуется вода питьевого качества.

При больших расходах воды предприятия могут иметь самостоятельные системы водоснабжения, обеспечивающие их хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды. В этом случае обычно сооружают хозяйственно-противопожарный и производственный водопроводы. Совмещение пожарного водопровода с хозяйственным, а не с производственным объясняется тем, что производственная водопроводная сеть обычно бывает менее разветвленной и не охватывает всех объемов предприятия. Кроме того, для некоторых технологических процессов производства вода должна подаваться под строго определенным напором, который при тушении пожара будет изменяться. А это может привести либо к увеличению расхода воды, что экономически нецелесообразно, либо к аварии производственных аппаратов. Самостоятельный противопожарный водопровод устраивают обычно на наиболее пожароопасных объектах – предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, складах нефти и нефтепродуктов, лесобиржах, хранилищах сжиженных газов и др.

Системы водоснабжения могут обслуживать как один объект, например город или промышленное предприятие, так и несколько объектов. В последнем случае эти системы называют групповыми. Если система водоснабжения обслуживает одно здание или небольшую группу компактно расположенных зданий из близлежащего источника, то ее называют местной системой. Для питания водой под требуемым напором различных участков территории населенного пункта, имеющей значительную разницу в отметках, устраивают зон-

ное водоснабжение. Система водоснабжения, обслуживающая несколько крупных водопотребителей, расположенных на определенной территории, называется районной.

На территории большинства населенных пунктов Азербайджанской Республики (городов, поселков) существуют различные категории водопотребителей, предъявляющих разнообразные требования к качеству и количеству потребляемой воды. В современных городских водопроводах расход воды на технологические нужды промышленности составляет в среднем около 40 % всего объема, подаваемого в водопроводную сеть. Причем около 84 % воды берется из поверхностных источников и 16 % – из подземных.

Систему водоснабжения или проектирования обычно разделяют на две части: наружную и внутреннюю. К наружному водопроводу относят все сооружения для забора, очистки и распределения воды водопроводной сетью до вводов в здания. Внутренние водопроводы представляют собой совокупность устройств, обеспечивающих получение воды из наружной сети и подачу ее к водоразборным приборам, расположенным в здании.

Подача воды для целей пожаротушения в городах обеспечивается пожарными автомобилями от гидрантов, установленных на водопроводной сети. В небольших городах для подачи воды на тушение пожаров включают дополнительные насосы в НС-И, а в крупных городах пожарный расход составляет незначительную часть водопотребления, поэтому практически не оказывают влияния на режим работы водопровода.

В соответствии с современными нормами, утвержденными МЧС Азербайджана, в населенных пунктах с числом жителей до 500 чел., которые располагаются в основном в сельской местности, должен устраиваться объединенный водопровод высокого давления, обеспечивающий хозяйственно-питьевые, производственные и пожарные нужды. Однако нередко случаи, когда сооружается только хозяйственно-питьевой водопровод, а на пожарные нужды воду подают передвижными насосами из водоемов и резервуаров, пополняемых от водопровода.

В малых населенных пунктах Республики Азербайджан для хозяйственно-противопожарных нужд чаще всего устраиваются системы местного водоснабжения с забором воды из подземных источников (шахтных колодцев или скважин). В качестве водоподъемных устройств применяют центробежные и поршневые насосы, системы «Эрлифт», ветросиловые установки и др. Наиболее надежны и удоб-

ны в эксплуатации центробежные насосы. Что касается других водоподъемных устройств, то вследствие малой производительности они могут использоваться лишь для пополнения пожарных запасов воды в водоемах, резервуарах, водонапорных башнях.

### Литература

1. Методические рекомендации по тушению пожаров в зданиях повышенной этажности / МЧС. – М., 2006.
2. Методические рекомендации по учету и надзору за противопожарным водоснабжением / МЧС. – М., 2006.
3. Мешман, Л. М. Внутренний противопожарный водопровод / Л. М. Мешман. – 2010.
4. СП 8.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности.
5. СП 10.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности.
6. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий.
7. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

УДК 614

## РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ОЧАГА ВОЗГОРАНИЯ

**В. Н. Пасовец**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

*ГОУ «Командно-инженерный институт»  
МЧС Республики Беларусь, г. Минск*

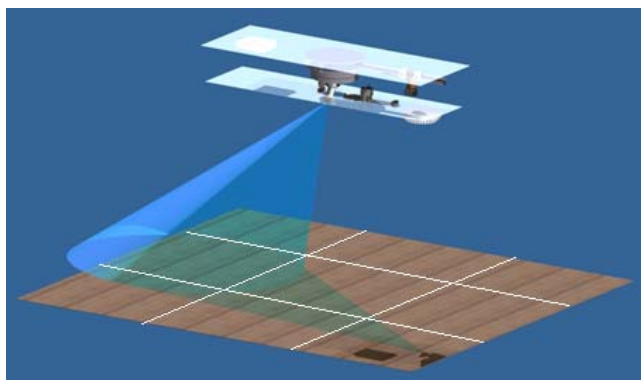
**А. А. Дараган**, инженер

*Учреждение «Республиканский центр тылового обеспечения»  
МЧС Республики Беларусь, г. Минск*

Результатом научного прогресса являются не только созданные на сегодняшний день различные материалы, вещества и электронно-вычислительные устройства, но и сложнейшие автоматизированные производственные линии, последствия аварии на которых помимо нанесения материального ущерба могут угрожать жизни и здоровью человека. В связи с чем к одной из актуальных проблем противопожарной отрасли можно отнести проблему разработки и внедрения пожарных роботов, позволяющих без участия человека защитить вышеупомянутые объекты. Несмотря на активное применение существующих систем автоматического пожаротушения остается актуаль-

ным вопрос разработки комплексов автоматического обнаружения и ликвидации очага возгорания, позволяющих снизить затраты на огнетушащие вещества и минимизировать ущерб, вызываемый взаимодействием огнетушащих веществ с материальными ценностями защищаемого объекта.

С целью решения вышеуказанных проблем разработан роботизированный комплекс (рис. 1), предназначенный для обнаружения и ликвидации очага возгорания в начальной стадии развития пожара до появления пламени, что является его основным отличием от существующих систем [1]. В качестве огнетушащих веществ возможно применение воды, пенных растворов, аэрозолей и их комбинаций в зависимости от условий и факторов, преобладающих в защищаемой зоне. Одним из перспективных огнетушащих веществ, позволяющих достичь максимального эффекта при решении задач, возложенных на разработанный роботизированный комплекс автоматической ликвидации пожара, является Noves 1230 [2].



*Рис. 1.* Процесс тушения с использованием роботизированного комплекса автоматического обнаружения и ликвидации очага возгорания

При разработке предусмотрены три режима управления комплексом:

- ручной, обеспечивается по средствам специализированного программного обеспечения, установленного на персональном компьютере оператора; при помощи радиопульта;
- автоматический, при котором вмешательство оператора в работу системы исключено, тушение производится согласно алгоритму программы;
- комбинированный, позволяет оператору вносить корректировки в процессе работы комплекса, например, корректировать траекторию, отключать модуль.

Основными элементами системы являются: модуль обнаружения и ликвидации очага возгорания; активные элементы обнаружения возгорания (датчик концентрации газов, датчик пламени и т. д.); контроллер синхронизации; блока радиопередачи; радиопульт оператора; источник бесперебойного питания; электроклапан подачи огнетушащих веществ.

Протокол интеграции разработанного комплекса в существующую систему передачи данных определен стандартом RS-485. Для установления связи между ведомыми устройствами и устройствами управления (активные элементы, радиопульт, контроллеры, модуль определения и ликвидации очага возгорания) применяется защищенный на основе CRC-кодирования радиоканал с полосой частот 418–455 МГц.

Внедрение разработанного роботизированного комплекса автоматического обнаружения и ликвидации очага возгорания позволит повысить уровень безопасности эксплуатации защищаемого объекта, сократить материальные затраты на приобретение специализированного противопожарного оборудования, минимизировать ущерб от воздействия опасных факторов пожара. Применение подобных комплексов упрощает систему пожаротушения, что понижает вероятность отказа их механизмов за счет уменьшения протяженности магистрали и исключения множества исполнительных устройств.

Основными преимуществами разработанного роботизированного комплекса по сравнению с существующими аналогами являются: широкая номенклатура защищаемых объектов; простота конструкции; применение унифицированных деталей, изделий и узлов, а также радиоэлектронных компонентов; защита от ложных срабатываний; низковольтное электропитание; взаимодействие с другими подсистемами пожаротушения (дымоудаления, оповещения и эвакуации людей, сигнализации, управления энергопотребителями).

### **Литература**

1. Горбань, Ю. Пожарные роботы в современных технологиях автоматического пожаротушения / Ю. Горбань // Мост Безопасности. – 2010. – Режим доступа: <http://www.security-bridge.com>. – Дата доступа: 25.11.2015.
2. Novex™ 1230. Мифы и реальность / Artsok. – Режим доступа: <http://www.artsok.com>. – Дата доступа: 25.11.2015.



УДК 614.8

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

**А. А. Деревянко**, начальник кафедры, канд. техн. наук, доцент

*Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков*

Внедрение установок пожарной автоматики невозможно без учета основных тенденций развития и перспективных технических решений в той или иной области. Для порошковых автоматических установок пожаротушения (АУП), которые являются наиболее универсальными по области применения, выявлены такие тенденции путем проведения патентных исследований и установлен ряд взаимосвязанных тенденций их развития.

Подтверждением актуальности внедрения данного вида АУП является не падающий интерес к ним за последние годы. И хотя существенного скачка в данной области не наблюдается, прослеживается постоянное возрастание внимания к порошковым АУП. Это связано в основном с тем, что активно развиваются импульсные установки пожаротушения. Данное направление не утратило своей актуальности и очевидно, что такая динамика будет сохраняться в силу востребованности, эффективности и относительной дешевизны порошкового оборудования импульсных установок для защиты небольших помещений.

Практический интерес представляет рассмотрение вопроса о том, в каких именно странах на сегодняшний день ведется наиболее активная работа по усовершенствованию и разработке установок порошкового пожаротушения.

Установлено, что явной страны-лидера в разработке установок порошкового пожаротушения нет, но наиболее активно работают в данной области США (25 %) и Япония (16 %). Это не соответствует структуре представленного для реализации на рынке Украины оборудования, где в последние годы большей частью представлены отечественные и российские порошковые АУП.

Следует отметить, что относительно вида применяемых огнетушащих веществ выявлены тенденции, которые позволяют прогнозировать появление на рынке установок комбинированного пожаротушения, использующих порошок в качестве одного из огнетушащих веществ (комбинированная подача порошка и инертного газа, порош-

ка с водой). Создание таких установок требуют значительных материальных затрат, но их появление будет перспективно для защиты сложных технологических процессов.

Установлено, что перспективной областью является внедрение установок порошкового пожаротушения для защиты транспортных средств.

Анализ тенденций развития установок порошкового пожаротушения был бы неполным, если бы не был рассмотрен такой критерий, как возможность повторного или многократного использования установок порошкового пожаротушения. Исследованиями установлено, что в патентуемых установках преобладает наиболее экономически выгодное направление многократного использования установок.

Характерным для большинства патентуемых порошковых установок является наличие блока управления, который осуществляет обработку полученных сигналов и контролирует процесс тушения.

Полученные результаты могут быть использованы при выборе для внедрения порошковых установок автоматической противопожарной защиты, отвечающих мировым тенденциям развития данной области.

УДК 614

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДЯНЫХ ЗАВЕС ЗА СЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ТУРБУЛЕНТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**Г. В. Котов**, доцент кафедры, канд. хим. наук, доцент

*ГУО «Командно-инженерный институт»  
МЧС Республики Беларусь, г. Минск*

При выборе распылительного устройства для постановки водяных завес в основном реализуются три подхода: используются различные виды насадок (как правило, установленные на ручные или лафетные стволы), рукавные распылители и комбинации различных распылителей.

При использовании насадок создается завеса, форма которой определяется формой струи, выпускаемой соплом. С точки зрения эффективности влияния на паровоздушное облако завеса, создаваемая единственным распылителем, имеет свои преимущества и недостатки. Достоинством такой завесы является достаточно плотный массив дви-

жущихся водяных капель, недостатком – малые размеры завесы при сравнительно большом расходе воды. При небольших значениях собственных геометрических параметров завесы ее размеры могут значительно уступать размерам фронта распространения облака примеси.

При малой протяженности завесы может происходить ее обтекание потоком примеси, снижающее эффективность проведения аварийно-спасательных работ. Кроме того, большой расход воды может оказаться критическим фактором, определяющим саму возможность применения завесы.

Использование рукавных распылителей, имеющих множество сопел, дает возможность получения линейных завес, длина которых значительно превышает их ширину. При эффективной длине завесы порядка 25 м ее протяженность может обеспечить перекрывание достаточно масштабного фронта распространения примеси. Вместе с тем рукавный распылитель создает сравнительно разреженный массив движущихся водяных капель, характеризующийся высокой пропускательной способностью относительно компактного потока примеси.

В связи с этим существует насущная необходимость разработки подхода к созданию принципиально новых распылителей, сочетающих в себе достоинства как точечных, так и рукавных распылителей.

Геометрические параметры: высота, длина (ширина) и форма завесы определяют размеры перекрываемого фронта распространения облака. Соответственно, увеличение геометрических размеров завесы будет способствовать росту эффективности ее применения. Однако следует помнить о том, что работа завесы требует существенного расхода воды.

При постоянном расходе воды рост геометрических размеров завесы будет сопровождаться увеличением ее пропускательной способности. Частицы примеси в таком случае будут легче мигрировать сквозь объем завесы, что приведет к снижению ее эффективности. Количественно оценить работу завесы можно с использованием, например, ее коэффициента эффективности. Избежать падения эффективности действия завесы при увеличении ее геометрических размеров можно двумя способами: во-первых, повысить расход воды; во-вторых, изменить форму и свойства самой завесы.

Таким образом, существуют два подхода к повышению эффективности влияния водяной завесы на распространение протока примеси – экстенсивный и интенсивный. Расход воды является экстенсивным фактором влияния, поскольку изменение параметров завесы здесь достигается за счет простого наращивания объема распыляемой воды.

Естественно, более рациональным представляется интенсивный подход к повышению эффективности завесы за счет изменения ее собственных параметров, определяемых, прежде всего, конструкцией применяемого распылителя.

Создание подобного распылителя становится возможным за счет конструкционных особенностей, обеспечивающих повышение эффективности турбулентного перемешивания набегающего воздушного потока. Интенсивность турбулентного воздействия водяных струй может быть повышена в результате увеличения их кинетической энергии. Энергия истекающих струй растет с ростом давления в распылителе. Соответственно, рост давления в линии повышает коэффициент эффективности завесы, вместе с тем значительно растет и расход воды.

Решение возникшей проблемы может быть осуществлено за счет использования рабочего вещества, поставляющего дополнительную энергию водяным струям. Таким веществом является воздух. Подача сжатого воздуха позволит повысить энергию истекающих из сопел струй, что положительно повлияет на интенсивность турбулентного перемешивания воздушного потока. При этом особое внимание следует уделить импульсному истечению струй.

Обеспечение импульсного истечения водяных струй является достаточно сложной технической задачей, для решения которой используются, как правило, устройства, перекрывающие водяной поток. Основным недостатком таких устройств является их сложность, определяемая наличием движущихся частей, и периодичность работы основного источника. Повышение сложности оборудования при применении дополнительных узлов и деталей снижает его надежность.

Для решения задачи создания импульсного источника может быть использован принцип, в основе которого лежит применение дополнительного рабочего тела, аккумулирующего энергию источника воды (насоса) и регулирующего процесс истечения струй.

При использовании сжатого воздуха в качестве регулирующего устройства может применяться воздушный ресивер. Сжатый воздух позволяет не только аккумулировать энергию устройства, подающего воду, но и повышать ее за счет энергии компрессора. Использование ресивера, не имеющего движущихся частей, обеспечивает простоту конструкции и, соответственно, ее надежность.

Кроме этого, ресивер может быть совмещен с распылителем, при этом роль ресивера может играть свободный объем распылителя, находящийся выше уровня выпускных отверстий. При такой компоновке распылителя отпадает необходимость усложнения конструкции.

УДК 621.671.22:678.01:537.222.2

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПОЖАРНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ**

**И. М. Вертячих**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

**А. З. Скороход**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

**В. И. Жукалов**, ст. преподаватель, магистр техн. наук

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Успешная борьба с пожарами невозможна без разработки надежной высокоэффективной пожарной техники. К такой технике относятся, прежде всего, основные пожарные автомобили – автоцистерны, составляющие 98 % парка основных пожарных автомобилей общего применения.

При работе пожарных центробежных насосов производится подача воды, как чистой, так и с посторонними включениями, а также растворов пенообразователей, которые подвергают поверхность рабочего колеса и проточной части насоса коррозионному и абразивному изнашиванию. Кроме того, процесс подачи воды сопровождается кавитационной эрозией поверхности рабочего колеса. Данные негативные явления служат причиной снижения параметров эксплуатационных характеристик центробежного насоса: напор ( $H$ ), подача ( $Q$ ), мощность ( $P$ ), коэффициент быстроходности ( $n_s$ ) и коэффициент полезного действия ( $\eta$ ). Поверхности проточных частей пожарного насоса недостаточно гладкие из-за литья его деталей в земляные формы. Поэтому ожидать высокого значения КПД насоса не приходится, тогда как чистота водопроводящих каналов рабочего колеса оказывает большое влияние на величину гидравлических потерь.

Работа центробежного насоса совершается, как правило, при постоянных температуре и давлении. Если давление постоянно, то роль энергии играет энтальпия. Работу при этих условиях можно представить в виде полного дифференциала или функции состояния, которая носит название изобарно-изотермического потенциала (энергия Гиббса) [1]. По физическому смыслу свободная энергия Гиббса – это та

часть теплосодержания, которое тело может превратить в работу при постоянных температуре и давлении. При этом совершаемая работа существенно зависит от значений энтропии, которая является мерой убыли энергии Гиббса с увеличением температуры при постоянном давлении. Рост энтропии обусловлен появлением диссипативных сил, связанных с процессами трения на границе раздела жидкость – твердое тело.

С другой стороны, опытами И. И. Никурадзе [2] установлено, что коэффициент гидравлического трения в некоторых случаях зависит от числа Рейнольдса и от безразмерного геометрического фактора – относительной шероховатости. При этом физический смысл коэффициента гидравлического трения представляет собой отношение напряжения трения, связанного с энтропией, к величине гидродинамического напора. Область, в которой лежит коэффициент гидравлического трения при работе центробежного насоса, не зависит от числа Рейнольдса и определяется шероховатостью ограничивающих поверхностей и квадратом скорости движущейся жидкости. Известно, что увеличение чистоты поверхности каналов рабочих колес с Ra 12,5 до Ra 8 без каких-либо конструктивных изменений приводит к повышению КПД насосов на 3–5 %.

Одним из путей повышения КПД пожарных центробежных насосов является применение полимерных покрытий рабочих органов центробежных пожарных насосов, в том числе подвергнутых электризации. Характерной особенностью поляризационных покрытий является ухудшение смачиваемости и растекания жидкостей по поверхности электрета [3], [4].

Кроме того, нанесение защитных покрытий на рабочие части насоса приводит к существенному увеличению абразивостойкости, устойчивости к воздействию агрессивных сред и ударной прочности насосов.

Таким образом, уменьшая коэффициент трения трущихся поверхностей, можно уменьшить энтропийную составляющую изобарно-изотермического потенциала, и, соответственно увеличить полезную мощность насоса. Выборочно нанося гидрофобные материалы с низкой поверхностной энергией на рабочие части насоса, можно существенно влиять на радиальную и окружную составляющие скорости жидкости.

Если предположить, что увеличение КПД насоса на 4–6 % приведет к экономии топлива на 5–6 % при среднем потреблении топлива пожарным автомобилем с работающим насосом 20 л/ч, то экономия топлива составит ~ 1 л/ч на каждый работающий автомобиль. В настоящее время в Гомельском гарнизоне МЧС в боевом расчете и в резерве находится около 350 пожарных автоцистерн, оборудованных пожарными насосами, из которых 15 % ежегодно необходимо ремонтировать. Таким образом, в течение одного года можно усовершенствовать конструктивные характеристики примерно 50 насосов, поступающих для ремонта в производственно-технический центр Гомельского УМЧС.

### Литература

1. Ландау, Л. Д. Статистическая физика : учеб. пособие для вузов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Физматлит, 2010. – Т. 5, ч. 1. – 616 с.
2. Абросимов, Ю. Г. Гидравлика и противопожарное водоснабжение : учебник / Ю. Г. Абросимов, А. И. Иванов, А. А. Качалов. – М. : Акад. ГПС МЧС России, 2003. – С. 82.
3. Влияние заряда полимерного электрета на растекание жидкости / В. Г. Плевачук [и др.] // Высокомолекуляр. соединения. – 1995. – Сер. А. – Т. 37, № 10. – С. 1728–1731.
4. Желтухина, Е. А. Влияние электретирования на смачивание пленок из полистирола / Е. А. Желтухина, М. Ф. Галиханов // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2013. – Т. 16, № 6. – С. 90–92.

УДК 614.8

## МОДЕЛИ СЛУЧАЙНОГО ОЧАГА ВОЗГОРАНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ

**Р. М. Полстянкин**, адъюнкт

**Б. Б. Поспелов**, вед. науч. сотрудник, д-р техн. наук, профессор

*Черкасский институт пожарной безопасности  
имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

Сложность и многообразие реальных процессов загорания на объектах жилого и производственного фонда, а также недостаточная их изученность обуславливают повышенный интерес к разработке адекватных моделей развития пожара в различных помещениях. Известные в настоящее время модели развития пожара в помещении относятся к классу детерминированных и не позволяют учитывать реальные свойства очагов загорания, среды передачи их опасных

факторов, а также мешающих воздействий на чувствительные элементы пожарных извещателей.

Разработка физических моделей, адекватных реальным условиям возгорания, в рамках детерминированного подхода, связана с существенным увеличением числа параметров, которые априори неизвестны и могут непредвиденно изменяться в процессе пожара, что значительно усложняет сами модели, а также затрудняет их практическое использование. Более конструктивным в этих условиях следует считать вероятностный подход – разработку вероятностных моделей пожара в помещении. К настоящему времени адекватность вероятностных моделей многим изучаемым реальным явлениям и процессам подтверждена практикой.

Очаг возгорания в помещении является основным и единственным «генератором» опасных физических компонентов загорания (ФКЗ), транспортируемых газовой средой в зону размещения пожарного извещателя – его чувствительного элемента. Газовая среда помещения представляет собой систему, взаимодействующую с очагом возгорания. В этой связи представляется актуальной разработка вероятностных моделей очага возгорания.

Будем полагать, что очаг возгорания представляет собой некоторую систему, генерирующую возмущение газовой среды в помещении. При этом в качестве основной системной характеристики очага возгорания может рассматриваться массовая скорость выгорания горючего материала, определяющая количество выделяемого очагом тепла, токсических продуктов, дыма и потребляемого кислорода [1]. В реальных условиях массовая скорость выгорания горючего материала в помещениях зависит от множества неизвестных факторов и обычно является случайной на начальной стадии развития пожара.

Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что процесс массовой скорости выгорания характеризуется динамикой среднего значения скорости  $v(t)$  (трендом) и ее случайной  $x(t)$  составляющей. С учетом этого обобщенная вероятностная модель для массовой скорости выгорания горючего материала в помещении на интервале времени  $t \in (0, T)$  может быть описана операторным уравнением

$$y(t) = F\{x(t), v(t)\}, \quad (1)$$



где  $F$  – некоторый заданный оператор. В рамках обобщенной модели (1) в зависимости от конкретного вида оператора  $F$  возможны частные модели. Например, для простейшей частной вероятностной модели массовой скорости выгорания оператор  $F = F_a \{^*\}$  характеризуется аддитивным преобразованием вида:

$$F_a \{^*\} \rightarrow y(t) = x(t) + v(t), t \in (0, T). \quad (2)$$

Для модели (2) вероятностные свойства массовой скорости  $y(t)$  выгорания горючего материала на интервале времени  $t \in (0, T)$  полностью определяются соответствующими функциями распределения или плотности вероятности. Более сложной является модель, для которой оператор  $F = F_{am} \{^*\}$  описывает мультипликативное преобразование вида:

$$F_{am} \{^*\} \rightarrow y(t) = x(t)v(t). \quad (3)$$

Для модели (3) статистические свойства массовой скорости  $y(t)$  выгорания будут определяться свойствами случайного процесса  $x(t)$ , а корреляционная функция  $R_y(t, t') = v^2(t)R_x(t, t')$ , где  $R_x(t, t')$  – корреляционная функция случайного процесса  $x(t)$ .

Возможна также частная модель, для которой оператор  $F = F_{ai} \{^*\}$  описывает интегральное линейное преобразование случайного процесса  $x(t)$  и аддитивный тренд  $v(t)$ . В этом случае модель массовой скорости выгорания определяется в виде

$$F_{ai} \{^*\} \rightarrow y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t - \tau)x(\tau)d\tau + v(t), \quad (4)$$

где  $h(t - \tau)$  – заданное ядро интегрального преобразования. Наряду с моделью (4) возможна частная модель на основе использования дифференциального оператора для случайной компоненты вида

$$F_{ad} \{^*\} \rightarrow y(t) = D\{x_i(t) + v(t)\}, \quad (5)$$

где  $D$  – заданный дифференциальный оператор.

Рассмотренные модели для массовой скорости выгорания позволяют учитывать случайный характер очага возгорания, что делает их более адекватными реальным условиям пожара в помещениях.

При этом важным достоинством модели (5) является представление массовой скорости выгорания горючего материала в переменных состояниях. Это позволяет производить синтез оптимальных обнаружителей опасных факторов пожара на ранней стадии их развития для более широкого и адекватного класса разновидностей возгораний в различных помещениях.

### Литература

1. Поспелов, Б. Б. Системная классификация моделей динамики среднеобъемной температуры пожара в помещении / Б. Б. Поспелов, В. А. Андронов // Проблемы пожар. безопасности. – Харьков : НУГЗУ, 2015. – Вып. 37. – С. 178–185.

УДК 614.8

## ОБНАРУЖЕНИЕ НАЛИЧИЯ ОПАСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПОДАЧЕ ТОКОПРОВОДЯЩЕГО ОГНЕТУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА

**О. Н. Землянский**, доцент кафедры, канд. техн. наук  
**С. В. Куценко**, начальник кафедры, канд. техн. наук, доцент  
**С. П. Тараненко**, доцент кафедры, канд. ист. наук, доцент

*Черкасский институт пожарной безопасности  
имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

При тушении пожаров объектов с электрооборудованием возникает опасность поражения спасателей электрическим током. Удельное сопротивление водопроводной воды достаточно высоко, поэтому при подаче воды спасатель может не ощутить наличие опасного напряжения и получить поражение током при проведении других работ. С целью информирования о присутствии опасного электрического тока предложен светозвуковой сигнализатор напряжения, который размещен на стволе или рукаве.

Светозвуковой сигнализатор работает по принципу, описанном в [1]. Часть пожарного ствола выполнена из диэлектрического материала и содержит с обеих сторон вставки из электропроводного материала. Вода в диэлектрической части имеет определенное сопротивление, которое можно рассчитать исходя из геометрических размеров диэлектрической вставки и удельного сопротивления воды. Для исследования использовался конический насадок ствола РСП-50, вы-

полненный из полимерного материала. Расчет сопротивления воды в насадке выполняли по зависимости

$$R_{\text{ст}} = \frac{\rho l}{\pi(r_1 - r_2)} \left( \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right),$$

где  $R_{\text{ст}}$  – электрическое сопротивление воды в насадке ствола;  $\rho$  – удельное сопротивление воды;  $l$  – длина насадка;  $r_1$  и  $r_2$  – радиусы в начале и конце насадка.

Обычная водопроводная вода имеет удельное электрическое сопротивление около 50 Ом · м. Для диэлектрического насадка ствола РСР-50 с радиусом входного отверстия  $r_1 = 25$  мм, выходного  $r_2 = 13$  мм и длиной самого насадка  $l = 150$  мм сопротивление водопроводной воды, рассчитанной по (1), составит 11,1 кОм. При пороге срабатывания 50 мВ по закону Ома сила тока в кольце составит 4 мкА, при том что человек ощущает электрический ток от 1600 мкА.

Сопротивление водопроводной воды в стандартном 20-метровом пожарном рукаве диаметром 51 мм при удельном сопротивлении 50 Ом · м составит около 120 кОм, что в свою очередь позволит повысить точность и чувствительность выявления опасного электрического напряжения.

Пожарные стволы и рукава, оборудованные светозвуковыми сигнализаторами напряжения, позволят предупредить спасателя об опасности поражения электрическим током световым, звуковым или светозвуковым сигналом, обеспечивают эффективное информирование о наличии электрического тока на объектах пожаротушения, а подача сигнала разной мощности обеспечивает информирование о степени опасности.

В дальнейшем планируется провести исследования, направленные на обоснование рабочих параметров сигнализатора, в частности инерционности измерений и величины разницы потенциалов, при которой необходимо проводить тревожное оповещение, а также определить особенности тактического использования таких устройств.

### Литература

1. Пожарный ствол со светозвуковым сигнализатором напряжения / О. Н. Землянский [и др.] // Теория и практика тушения пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., 6–7 дек. 2013 г. – Черкассы : АПБ им. Героев Чернобыля, 2013. – С. 172–174.

## УЧЕТ СЛУЧАЙНОЙ СКОРОСТИ ВЫГОРАНИЯ ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА В ПОМЕЩЕНИЯХ

**Б. Б. Поспелов**, вед. науч. сотрудник, д-р техн. наук, профессор

**В. А. Андронов**, проректор, д-р техн. наук, профессор

*Черкасский институт пожарной безопасности  
имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

Сложность реальных процессов возгорания горючих материалов в различных условиях стесненности, а также недостаточная их изученность обуславливают повышенный интерес к разработке адекватных моделей развития пожара в помещениях. Детерминированные модели развития пожара не позволяют в полной мере учитывать реальные особенности пожаров в помещениях. Более конструктивным в этих условиях следует считать разработку стохастических моделей пожара в помещении.

Будем полагать, что очаг возгорания представляет собой стохастическую систему, генерирующую возмущение газовой среды в помещении. В качестве основной системной характеристики рассматривается случайная скорость выгорания горючего материала [1].

Анализ реальных данных свидетельствует, что модель скорости выгорания имеет случайную динамику, характеризуемую средним значением  $cg$  скорости выгорания и флуктуациями  $Rz(t)$ . С учетом этого модель для скорости выгорания горючего материала в помещении на интервале  $t \in (0, T)$  развития пожара может быть описана уравнением

$$\psi(t) = cg + Rz(t) * gh, \quad (1)$$

где  $gh$  – коэффициент, учитывающий наличие ( $gh = 1$ ) или отсутствие ( $gh = 0$ ) флуктуаций. В рамках (1) исследовалось влияние составляющих модели на динамику среднеобъемной температуры для интегральной модели стесненного развития пожара и моделей потока тепла в ограждения М. П. Башкирцева для интервала температур  $T_0 < m\upsilon\upsilon < 333$  К (модель 1) и  $m\upsilon\upsilon < 333$  К (модель 2). На рис. 1 в качестве иллюстрации представлены фазовые портреты среднеобъемной температуры  $F1(cg, m\upsilon\upsilon)$  и потока тепла очага загорания  $fQ(cg, m\upsilon\upsilon)$  при средней скорости выгорания  $cg = 0,005$  кг/с для модели 1.

На рис. 2 представлены аналогичные фазовые портреты  $F2B(CG, mvv)$  и  $fQB(CG, mvv)$  для модели 2.

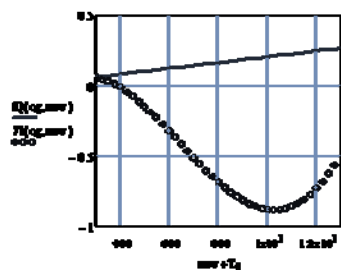


Рис. 1

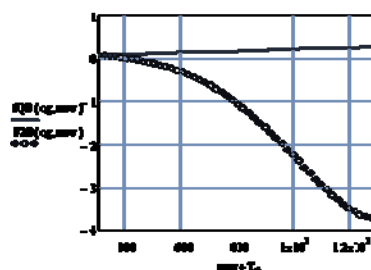


Рис. 2

Из анализа данных следует, что фазовые портреты среднеобъемной температуры для моделей потока тепла в ограждения различны и совпадают в условиях стесненности только на начальном этапе. При этом для фиксированной скорости выгорания в условиях стесненности фазовые портреты потока тепла от очага загорания значительно отличаются от фазового портрета среднеобъемной температуры. В случае существенных флуктуаций скорости выгорания горючего материала (средний квадрат флуктуаций составляет 0,5 кг/с) при средней скорости выгорания  $cg = 0,005$  кг/с фазовые портреты среднеобъемной температуры и потока тепла от очага загорания становятся похожими и незначительно отличаются (рис. 3 и 4) для рассмотренных моделей потока тепла в ограждения соответственно. Для сравнения на рис. 5 и 6 представлены фазовые портреты среднеобъемной температуры и потока тепла от очага загорания в случае среднего квадрата флуктуаций скорости выгорания материала, равной 0,05 кг/с. Анализ представленных данных свидетельствует, что фазовые портреты среднеобъемной температуры и потока тепла от очага загорания оказываются близкими. При дальнейшем снижении уровня флуктуаций скорости выгорания фазовые портреты будут иметь большие отличия. В пределе они будут совпадать с кривыми на рис. 1 и 2.

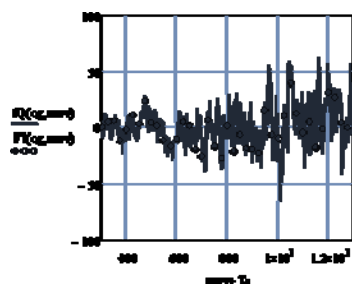


Рис. 3

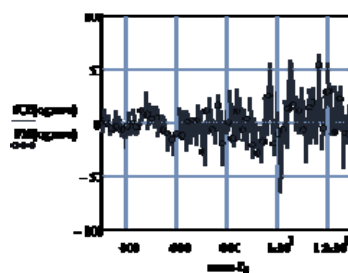


Рис. 4

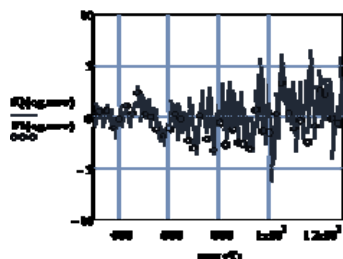


Рис. 5

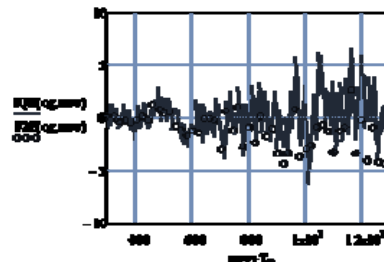


Рис. 6

Таким образом, учет стохастической природы очага загорания в виде случайной составляющей скорости выгорания материала показывает, что на практике для случайного очага загорания можно ограничиваться интегральными моделями среднеобъемной температуры без учета составляющих теплового потока стесненности и в ограждения.

### Литература

1. Поспелов, Б. Б. Системная классификация моделей динамики среднеобъемной температуры пожара в помещении / Б. Б. Поспелов, В. А. Андронов // Проблемы пожар. безопасности. – Харьков : НУГЗУ, 2015. – Вып. 37. – С. 178–185.

УДК 614.841.332

## АДЕКВАТНОСТЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛОМАССООБМЕНА ИСПЫТАНИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ НЕСУЩИХ СТЕН

**А. М. Нуянзин**, ст. преподаватель, канд. техн. наук

**С. А. Сидней**, адъюнкт

**С. В. Поздеев**, гл. науч. сотрудник, д-р техн. наук, профессор

*Черкасский институт пожарной безопасности  
имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

Целью проведения исследований данной работы является изучение адекватности математических моделей огневых печей для дальнейшего их использования при изучении влияния конструктивных характеристик огневых печей на их метрологические показатели. Для достижения поставленной цели в испытательном центре были проведены испытания на огнестойкость несущей стены и получены данные о прогреве камеры печи и испытуемого фрагмента.

**Методика.** В предыдущих работах мы проанализировали методы, которыми возможно данные исследования осуществить. И по причине высокой стоимости и трудоемкости испытаний в специальных установках решили проводить многочисленные эксперименты с помо-

щью компьютерного моделирования. Часто теоретические расчеты не могут дать полной уверенности в правильности предпосылок для проектирования новых конструкций огневых печей и тогда на помощь приходит теория моделирования. Моделирование как метод научного исследования дает возможность, не выполняя установок в натуре, без каких-либо крупных материальных затрат на моделях проводить все необходимые опыты по определению эффективности созданных конструкций и вносить необходимые изменения в модели для доведения ее до самой выгодной.

**Результаты.** Была создана математическая модель огневой печи, где производились испытания, в программной среде вычислительного комплекса CFD FlowVision 2.5, с помощью которой был проведен вычислительный эксперимент. Опираясь на результаты вычислительного эксперимента и огневых испытаний, были рассчитаны критерии адекватности ( $T$  – критерий Стьюдента,  $Q$  – критерий Кохрена,  $F$  – критерий Фишера). На основе проведенного анализа исследована адекватность используемых математических моделей (таблица).

**Параметры дисперсии результатов математического моделирования  
огневых испытаний несущей стены от экспериментальных данных**

Критерий		Максимальное отклонение, °C	Среднее отклонение, °C	Относительное отклонение, %	$F$ -критерий	$T$ -критерий	$Q$ -критерий
Зона термомпары	$T_1$	57,4	24,0	5,15	1,62	1,52	0,32
	$T_2$	64,3	22,4	4,81	3,84	1,77	0,35
	$T_3$	68,9	19,4	4,16	3,49	1,93	0,39
	$T_4$	108,1	25,0	5,37	3,77	1,82	0,32
	$T_5$	47,9	21,8	4,67	1,31	1,18	0,33
	$T_6$	42,8	21,7	4,66	4,03	1,45	0,32
Среднее значение		64,9	22,4	4,81	3,01	1,61	0,34
Критическое значение		–	–	15 [1]	4,49 [2]	2,92 [2]	0,45 [2]

**Научная новизна.** Получило дальнейшее развитие применение вычислительных экспериментов для проектирования новых и совершенствования параметров действующих печей для испытаний по оценке огнестойкости несущих стен.

*Практическая значимость* заключается в применении результатов работы для проектирования и строительства новых установок для испытания несущих стен с целью достижения в камере печи однородности температурного поля на обогреваемых поверхностях конструкций и, как результат, повышение эффективности испытаний на огнестойкость как основа для совершенствования существующей и создания новой нормативной базы для испытаний указанных конструкций на огнестойкость.

### **Литература**

1. Защита от пожара. Строительные конструкции. Методы испытания на огнестойкость. Общие требования (ISO 834: 1975) ДСТУ Б В.1.1-4-98. – [Введен 1998-10-28]. – К. : Укрархстройинформ, 1999. – 21 с. – (Гос. стандарт Украины). – ГОСТ 30247.0–94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. – 2000.
2. Методические указания к научно-исследовательской практике по дисциплине «Организация научных исследований» (Статистические методы. Анализ и оформление научных исследований) / И. И. Капцов [и др.]. – Х. : ХНАГХ, 2009. – 59 с.

УДК 711.4.3

## **МАЛОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ ИЗ МЕСТНОГО СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО РЕГИОНА ТАДЖИКИСТАНА**

**А. Акбаров**, д-р архитектуры, член-корреспондент  
**К. Нуралиев**, академик

*Инженерная академия Республики Таджикистан, г. Душанбе*

Республика Таджикистан относится к горным регионам Центральной Азии, где 93 % территории занимают горные массивы. Всего лишь 7 % равнинных земель республики расположены в долинах. Вся территория Таджикистана располагается в зоне высокой сейсмичности. Большинство городов и сельских населенных пунктов расположены в зонах 7, 8 и 9-балльной сейсмичности.

В настоящее время в республике насчитываются 23 города, 53 поселка городского типа и более 3900 сельских населенных пунктов. Распределение населения между городом и селом неравномерно: городское население составляет 27 %, тогда как на долю сельского населения приходится 73 %.



Республика Таджикистан, как горная страна, имеет свои специфические проблемы по стратегии развития как городских, так и сельских поселений, формированию структуры жилой среды и организации застройки жилых домов для общенародной доступности в горных регионах. Поэтому проблемы трансформации и развития поселений окраинных сельских и горных регионов республики в настоящий момент становятся новым, перспективным направлением создания современных селитебных образований, одной из важнейших социально-экономических задач государства.

В связи с ежегодным ростом населения в городах (2–2,5 %) и сельских населенных пунктах (3–3,5 %), резко увеличивается количество индивидуальных застройщиков жилья, так как государство не обеспечивает население достаточным количеством жилой площади. Более 90 % жилья вводится частным сектором или неправительственными организациями. Поэтому проблема обеспечения жильем быстрорастущего населения республики и правильного решения территориальной планировки сельских поселений в пространстве горных районов становится задачей жизненно важной.

Наряду с применением существующей серии типовых проектов и модернизацией многоэтажного жилья городов и поселков для условий равнин необходима разработка принципиально новой серии проектов террасных и блокируемых жилых домов из доступного местного строительного материала, приемлемого для строительства в предгорных и горных районах Республики Таджикистан.

На этой основе с 1980 г. нами проводятся научные исследования и экспериментальный поиск проектов структуры жилых образований и малоэтажной высокоплотной застройки исторических городов, архитектурно-планировочной организации жилой застройки поселков и малых городов для условий горного рельефа Таджикистана. Были проведены серии социологических исследований и опрос жителей поселков для определения отношения их к доступным типам жилых домов и сферам общественных услуг в поселках.

Выявлены факторы и условия формирования малоэтажных традиционных жилых домов в различных регионах (предгорных и горных поясах) республики.

На основе исследований народного жилища выявлены традиционные типы жилых домов и их структура из местных строительных материалов. Определена типология жилых домов, возводимых самими жителями в различных регионах Таджикистана.

В результате экспериментального поиска архитектурно-конструктивного решения сельского жилого дома для горных зон были разработаны серии проектов «доступное жилье» для развития традиционных сложных семей.

Разработанная нами серия индивидуальных жилых домов из местных строительных материалов (камня, глинобита и самана, с деревянным каркасом) для самостроя применительно для условий Таджикистана была выставлена на Международном смотре в Париже. Данное мероприятие было организовано UNESCO в 1985 г. под эгидой «Доступное жилье для бедных слоев населения развивающихся стран». На основе проведенных исследований и проектных разработок в 1997 г. была организована Национальная проектная группа при офисе ООН (UNOPS) в Гармском районе Таджикистана. В 1997–2000 гг. рабочая группа участвовала в подготовке проекта «Реконструкция, реабилитация и развитие Таджикистана» под эгидой ООН, где были разработаны проекты реконструкции и достройки жилых и гражданских зданий из местных строительных материалов для разрушенных гражданской войной горных сел.

Основные направления деятельности рабочей группы были направлены на поиск современных методов проектирования и строительства социально доступных и инженерно-технически обоснованных общественных объектов и жилых домов горных районов. Разработаны модели традиционного жилого дома из местных строительных материалов для массового строительства с целью обеспечения малоимущих семей – жителей малых городов и сельских поселков Таджикистана современными малоэтажными жилыми домами. Предлагается экспериментальная модель растущего жилого дома из местных строительных материалов для строительства в высокогорных регионах Таджикистана. Проект разработан на основе фундамента из камня и традиционного деревянного каркаса стен типа «Синча» размером модуля  $3 \times 3 \times 3$  м, с глинобитным заполнением и качественной отделкой их для устойчивости в условиях высокой сейсмичности.

Суровые климатические условия (холодные зимы, прохладное лето) обусловили строительство компактных и многокомнатных (памирский тип) структур жилища. Дом имеет глубину в два, три и более помещений, композиция дома полузамкнутая или замкнутая. Главным помещением является «чид» – зимнее жилое помещение (с очагом и светодымовым отверстием в перекрытии), которое обстраивается вокруг навесом, передней или зимней комнатой и помещениями хозяйственного назначения. Главное помещение, как прави-

ло, обстраивается со стороны частых и сильных выхолаживающих ветров глухими стенами.

Борьба с переохлаждением в течение продолжительного зимнего периода обусловила строительство еще одного зимнего помещения в виде пристройки к внутреннему вестибюлю – тамбура. Взаимоположение всех трех основных частей дома в строгой последовательности вызвано сезонной эксплуатацией каждого из них: «чид» и «вуджра» – зимой, «дарун, дахлез» – весной и осенью, «пехвоз» (навес) – летом. Для проживания сложных семей строились групповые жилые дома.

В результате анализа постройки традиционного жилища и проведенного экспериментального проектного поиска было установлено, что структура жилого дома в зависимости от ландшафтно-климатических условий высокогорной зоны находится в полном соответствии с условиями жизни и внешней средой горных поселков. Практика традиционного народного зодчества во всех горных зонах республики содержит немало перспективных приемов и средств, приспособления к благоприятным и экстремальным условиям среды, которые при определенной модификации могут быть использованы в массовом индустриальном строительстве современных малоэтажных жилых домов для сельских жителей горных районов.

### Литература

1. Акбаров, А. А. Архитектура горного Таджикистана. Особенности формирования и концепция развития сельских поселений / А. А. Акбаров. – Минск : БНТУ, 2013. – 290 с.
2. Акбаров, А. Малоэтажный жилой дом для высокоплотной застройки поселков и городов Таджикистана / А. Акбаров. – Душанбе : Маориф, 1994. – 46 с.

УДК 614.841

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ НЕЗАДЫМЛЯЕМОЙ ЛЕСТНИЧНОЙ КЛЕТКИ

**С. В. Цвиркун**, начальник кафедры, канд. техн. наук, доцент

**А. И. Березовский**, заместитель начальника кафедры, канд. техн. наук, доцент

**А. Н. Джулай**, начальник учебно-методического отдела, канд. техн. наук, доцент

*Черкасский институт пожарной безопасности  
имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

В нашей стране резко растет число высотных зданий и зданий повышенной этажности. Их массовое строительство выдвинуло ряд

проблем, одной из которых является обеспечение безопасности людей при пожарах.

Анализ проблемы показывает, что основную опасность для жизни людей в условиях пожара представляют продукты горения, распространяющиеся по зданию за время, недостаточное для эвакуации людей.

К техническим решениям в первую очередь относятся системы противодымной защиты зданий. Наиболее рациональным считается прием, при котором системы приточной противодымной вентиляции создают избыточное давление в защищаемых объемах здания, а вытяжные обеспечивают принудительное удаление продуктов горения.

**Цель работы.** Выполнить численное моделирование противодымной защиты 16-этажного здания с лестничной клеткой Н2.

Расчеты проведены с использованием программно-вычислительного комплекса Fire Dynamics Simulator (FDS) [2].

Была построена модель фрагмента 16-ти этажного жилого здания с лестничной клеткой типа Н2 (рис. 1) [1], [2]. Расчеты параметров системы производятся при следующих исходных данных:

– пожар происходит на нижнем типовом этаже здания, температура наружного воздуха и скорость ветра принимаются для холодного периода года;

– окна помещения, где возник пожар, выходят на наветренный фасад здания, входная дверь здания и воздухозаборные отверстия систем подпора воздуха выходят на заветренный (подветренный) фасад здания;

– двери на пути эвакуации от горящего помещения до улицы открыты, остальные окна и двери в здании закрыты.

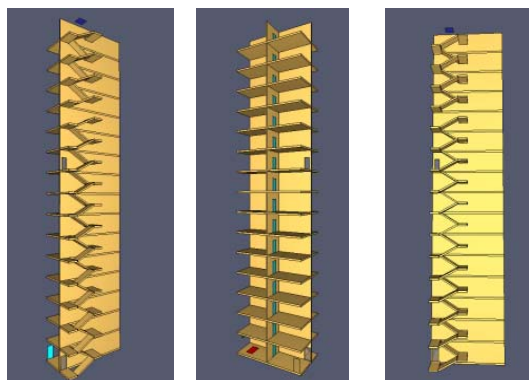


Рис. 1. Модель лестничной клетки Н2

В качестве исходных данных для пожарной нагрузки принимались данные с [1].

**Результаты расчетов.** На рис. 2 показаны поля давлений в лестничной клетке Н2.

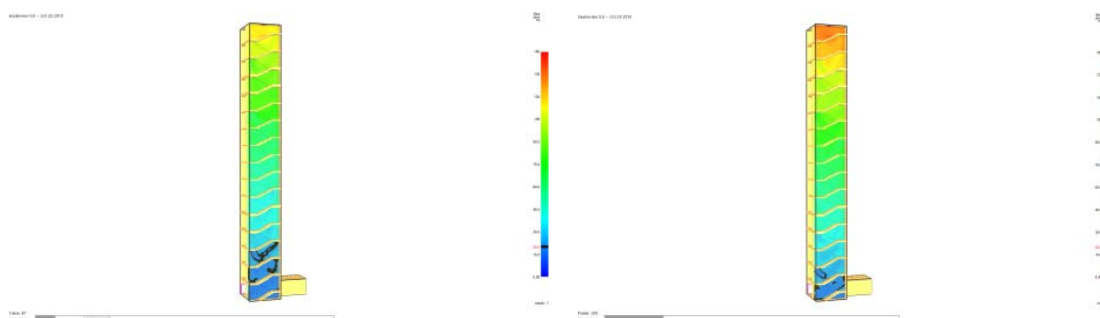


Рис. 2. Поля давлений в лестничной клетке на 60 и 180 секундах (черная зона – зона давления 20 Па)

Как видно на рис. 3, рассчитанные параметры насоса обеспечивают давление на уровне 1 этажа в 20 Па. При этом давление на последнем этаже не превышает 150 Па, что дает возможность обойтись без рассечки.

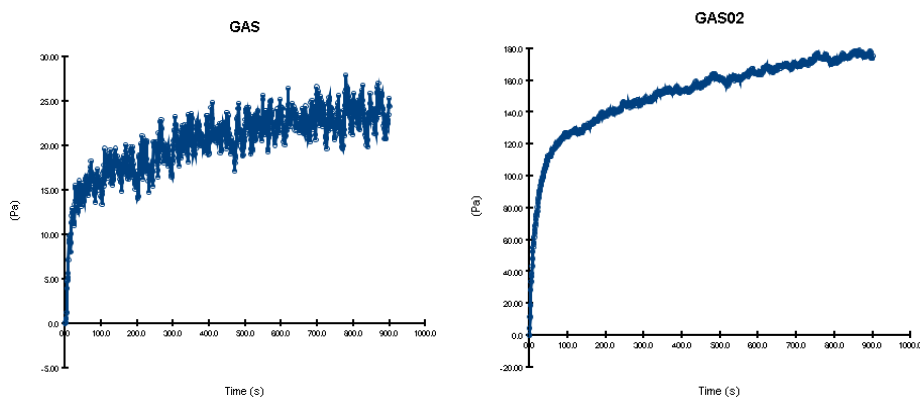


Рис. 3. Давление воздуха в местах установки датчиков (на уровне 1-го и 16-го этажей)

**Заключение.** Выполненное численное моделирование системы противодымной защиты типовой лестничной клетки типа Н2 16-этажного здания CFD-моделью подтвердило эффективность рассчитанной по нормативным документам системы подпора воздуха при предполагаемом сценарии пожара и принятых значениях режимных параметров.

Согласно проведенным расчетам давления и продуктивности насоса подачи воздуха в лестничную клетку Н2, люди имеют возможность безопасно эвакуироваться из здания.

Использование CFD-моделей для численного моделирования позволяет не только прогнозировать развитие пожара, но и проводить анализ на предмет выявления слабых мест зданий с точки зрения пожарной безопасности.

### Литература

1. Кошмаров, Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учеб. пособие / Ю. А. Кошмаров. – М. : Акад. ГПС МВД России, 2000. – 118 с.
2. Fire Dynamics Simulator. – Режим доступа: <http://fds.sitis.ru/>.

УДК 614.85

## СПАСАТЕЛЬНАЯ НАКИДНАЯ ПЕТЛЯ ДЛЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

**И. К. Черномаз**, ст. преподаватель, канд. техн. наук  
**Д. А. Парасюк**

*Черкасский институт пожарной безопасности  
имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

Одной из основных задач пожарно-спасательных подразделений является проведение аварийно-спасательных работ с использованием специальных средств в случае возникновения чрезвычайной ситуации в технологических коммуникациях (замкнутом пространстве) [1]. В технологические коммуникации люди могут попасть случайно (открытый люк) или же целенаправленно (работники аварийных служб, для выполнения профилактических или ремонтных работ). В первом случае это происходит неожиданно – человек просто падает в технологическую коммуникацию. При этом в зависимости от глубины и наличия оборудования, инженерных сообщений – человек получает различные травмы, как правило это ушибы, переломы конечностей, сотрясение головного мозга, потеря сознания и т. д.

Как правило, спасение людей, попавших в колодцы технологических коммуникаций, осуществляется отделениями на основных пожарно-спасательных автомобилях. В больших городах к спасательным работам привлекаются отделения на автомобилях первой помощи, а также специальная техника.

К сожалению, не все подразделения имеют на вооружении необходимое спасательное или же альпинистское снаряжение, которое необходимо для проведения спасательных работ. Поэтому зачастую используется спасательная веревка или другие подручные средства.

Для решения этой проблемы предлагается использовать **накидную спасательную петлю**, которая позволит проводить аварийно-спасательные работы имеющимися в наличии практически каждого пожарно-спасательного подразделения средствами.

Петля предназначена для оказания помощи людям, попавшим в систему подземных коммуникаций (замкнутое пространство), а также может быть использована при спасении пострадавших с верхних этажей поврежденных зданий и сооружений.

Для изготовления накидной спасательной петли используется спасательная веревка длиной не менее 9500 мм, на которой навязывается пять узлов (узел петельный типа «восьмерка») с петлями диаметром не менее 70 мм. Расстояние между петлями составляет: А–Б – 1550 мм; Б–В – 1550 мм; В–Г – 1200 мм; Г–Д – 600 мм (рис. 1). К петле А присоединяется пожарный карабин (для быстрого определения в замкнутом пространстве начала петли). Собранный петлю сохраняется в подсумке (возможно использовать подсумок от противогаза).

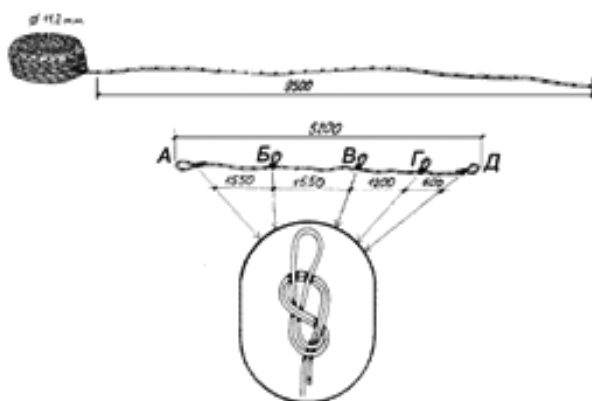


Рис. 1. Изготовление накидной спасательной петли



Рис. 2. Полиспаст

После подготовки необходимого оборудования один из спасателей берет с собой средства связи, накидную петлю, используя средства индивидуальной защиты [2], спускается в колодезь подземных коммуникаций. В это время другие спасатели собирают систему «полиспаст» (рис. 2), выбирают оптимальную опору для крепления системы (рис. 3).

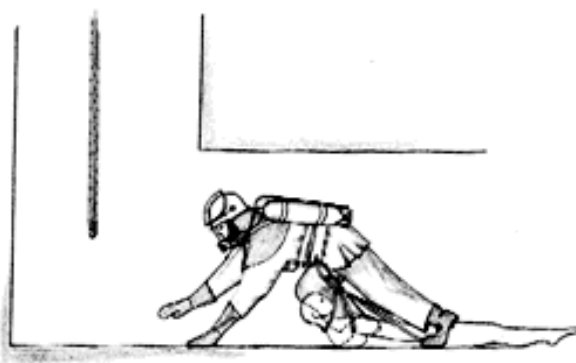


Рис. 3. Транспортировка спасателем потерпевшего

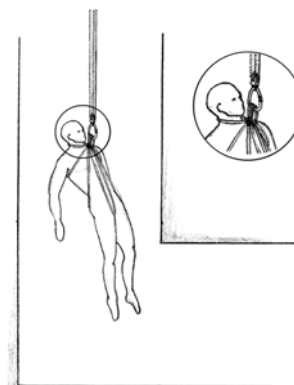


Рис. 4. Транспортировка потерпевшего с помощью накидной петли

После этого спасатель спускается в колодец, найдя потерпевшего, достает из подсумка петлю и надевает ее.

Карабин с закрепленными петлями А, Б, В, Г, Д спасатель присоединяет к полукольцу своего пожарного пояса и передвигается с потерпевшим к месту подъема.

Таким образом, данная накидная спасательная петля может быть изготовлена и использована практически во всех пожарно-спасательных подразделениях для проведения аварийно-спасательных работ в замкнутых пространствах технологических коммуникаций и с верхних этажей поврежденных сооружений.

### Литература

1. Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів ОРС ЦЗ : Наказ МНС від 13.03.12 р. № 575.
2. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України (Частина перша для підрозділів державної пожежної охорони) : Наказ МНС України від 07.05.2007 № 312.

УДК 614.8

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

А. П. Шустров, курсант  
О. Ф. Кустов, преподаватель

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

В соответствии с требованиями нормативных документов для защиты от поражений электрическим током при повреждении изоляции одной из применяемых защитных мер наряду с заземлением яв-



ляется защитное отключение. Применение УЗО (устройств защитного отключения) не может являться заменой основных видов защиты, а может их дополнять и обеспечивать более высокий уровень защиты. Следует отметить, что устройств защитного отключения существует несколько видов, причем реагируют они на различные параметры электросети и защищают от различных поражающих факторов.

Защитное действие заземления основано на двух принципах:

– уменьшение до безопасного значения разности потенциалов между заземляемым проводящим предметом и другими проводящими предметами, имеющими естественное заземление.

– отвод тока утечки при контакте заземляемого проводящего предмета с фазным проводом. В правильно спроектированной системе появление тока утечки приводит к немедленному срабатыванию защитных устройств.

Заземление наиболее эффективно только в комплексе с использованием устройств защитного отключения. В этом случае при большинстве нарушений изоляции потенциал на заземленных предметах не превысит опасных величин. Более того, неисправный участок сети будет отключен в течение очень короткого времени (десятые сотые доли секунды – время срабатывания УЗО).

Типичный случай неисправности электрооборудования – попадание фазного напряжения на металлический корпус прибора вследствие нарушения изоляции. Следует современные электроприборы, имеющие импульсный источник вторичного электропитания и снабженные трехполюсной вилкой, – такие как системный блок ПЭВМ, – при отсутствии заземления имеют опасный потенциал на корпусе, даже когда они полностью исправны.

В зависимости от того какие защитные мероприятия реализованы, возможны следующие варианты:

1) корпус не заземлен, УЗО отсутствует;

2) корпус заземлен, УЗО отсутствует;

3) корпус не заземлен, УЗО установлено;

4) корпус заземлен, УЗО установлено – это наиболее безопасный вариант, поскольку два защитных мероприятия взаимно дополняют друг друга. При попадании фазного напряжения на заземленный проводник ток течет с фазного проводника через нарушение изоляции в заземляющий проводник и далее в землю. УЗО немедленно обнаруживает эту утечку, даже если та весьма незначительна (обычно порог чувствительности УЗО составляет 10 или 30 мА), и быстро (0,01–0,3 с) отключает участок сети с неисправностью. Помимо этого, если ток

утечки достаточно велик, превышает порог срабатывания предохранителя, защищающего эту цепь, то может также сработать и предохранитель. Какое именно защитное устройство (УЗО или предохранитель) отключит цепь – зависит от их быстродействия и тока утечки. Возможно также срабатывание обоих устройств.

По статистике, около трети всех пожаров происходят по вине неисправной электропроводки, когда имеются дефекты изоляции, замыкания на землю и т. д., приводящие к нагреву проводников. В этом случае УЗО, реагируя на ток утечки, отключит защищаемую цепь, предотвращая нагрев проводников и возможное возгорание.

Запрещается применение УЗО с действием их на отключение для электроприемников, отключение которых может привести к опасным последствиям: созданию непосредственной угрозы для жизни людей, возникновению взрывов, пожаров и т. п. Установка УЗО на линиях, питающих установки охранно-пожарной сигнализации, не допускается.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение устройств защитного отключения в качестве обеспечения пожарной безопасности электрооборудования, а также защиты людей от поражения электрическим током является перспективным направлением и с течением времени получит еще более широкое распространение.

### **Литература**

1. Монахов, А. Ф. Защитные меры электробезопасности в электроустановках : учеб. пособие / А. Ф. Монахов. – М. : Энергосервис, 2006. – 152 с.
2. Черкасов, В. Н. Пожарная профилактика электроустановок : учеб. пособие / В. Н. Черкасов, Ф. И. Шаровар. – М. : Москва, 1987. – 319 с.
3. Карягин, Р. Н. Нормы устройства сетей заземления / Р. Н. Карягин. – М. : Энергосервис, 2006. – 355 с.

УДК 621.316.98

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ УСТРОЙСТВА МОЛНИЕЗАЩИТЫ НА АДМИНИСТРАТИВНОЕ ЗДАНИЕ**

**А. А. Ярмолич**, курсант

**С. А. Грачев**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

*ГОУ «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Согласно [1] определяем уровень молниезащиты объекта. Необходимость и меры молниезащиты определяются после оценки риска.

Характеристики молниезащиты должны обеспечивать безопасное функционирование объекта и находящихся в нем людей, т. е. со-

ответствовать критериям, предписанным ТНПА. В настоящее время определение необходимости устройства молниезащиты зданий и сооружений в Беларуси сопряжено с расчетом общего риска и сравнении его значения с допустимым. Оценка рисков от ударов молний – выполняется согласно по шестому разделу [1].

ТКП 336 предусматривает использование пяти средств молниезащиты – это молниеприемник, защита от шагового напряжения, устройство защиты от импульсных перенапряжений, защита от контактного напряжения и экранирование кабелей и проводов.

В качестве конкретного случая рассмотрим административное здание, для которого требуется определить необходимость обеспечения молниезащиты.

1. Цель работы – рассчитать риск  $R_1$  гибели людей и сравнить с допустимым значением  $R_T = 10^{-5}$ . Также необходимо выбрать защитные меры для уменьшения этого риска.

*Риск  $R$*  – это значение вероятного ежегодного ущерба. Его следует оценивать в зависимости от типа ущерба, который может быть нанесен зданию или системе энергоснабжения [2, с. 10].

Элементы риска, которые следует рассматривать для каждого типа ущерба в здании, перечислены ниже:

–  $R_1$  – риск угрозы человеческой жизни:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^{1)} + R_M^{1)} + R_U + R_V + R_W^{1)} + R_Z^{1)};$$

–  $R_2$  – риск нарушения коммунального обслуживания:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z;$$

–  $R_3$  – риск потери культурных ценностей:

$$R_3 = R_B + R_V;$$

–  $R_4$  – риск нанесения ущерба экономической ценности:

$$R_4 = R_A^{2)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{2)} + R_V + R_W + R_Z.$$

<sup>1)</sup>Только для зданий или сооружений, в которых имеется опасность взрыва, и для больниц с электрическим оборудованием, применяемым для спасения жизни больных, или других сооружений, в которых повреждение внутренних систем сразу же создает угрозу безопасности людей.

<sup>2)</sup>Только для сооружений, в которых могут погибнуть животные.

Для административного здания определяют только риск  $R_1$  угрозы для жизни и сравнивают с допустимым значением  $R_T = 10^{-5}$ .

Для снижения риска выбирают соответствующие меры молниезащиты.

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^{1)} + R_M^{1)} + R_U + R_V + R_W^{1)} + R_Z^{1)}.$$

2. Используют следующие данные и характеристики, касающиеся:

1) самого здания и его окружающей среды, указанные в табл. Н.8 [2, с. 51];

2) внутренних электрических систем и соответствующей входящей линии электропередачи, указанных в табл. Н.9 [2, с. 51].

3) внутренних электронных систем и соответствующей входящей линии связи, указанных в табл. Н.10 [2, с. 52].

3. Определение зоны и их характеристики в административном здании

Учитывая то, что:

– тип поверхности земли в зоне входа в здание отличается от типа поверхности садовой зоны и от типа поверхности внутри здания;

– здание и архив относятся к разным противопожарным зонам;

– специальный защитный экран отсутствует;

– ущерб  $L$  в компьютерном центре меньше, чем ущерб в офисах, основные зоны можно разделить на следующие:  $Z_1$  – вход в здание;  $Z_2$  – садовая зона;  $Z_3$  – архив (находится в отдельной противопожарной зоне);  $Z_4$  – офисы;  $Z_5$  – компьютерный центр.

Характеристики зон представлены в табл. Н.11; Н.12; Н.13; Н.14; Н.15 [2, с. 52–53].

Согласно оценке проектировщика системы молниезащиты типичные средние значения относительного объема ущерба в год, характерные для риска  $R_1$ :

–  $L_t = 10^{-2}$  – за пределами здания;  $L_t = 10^{-4}$  – внутри здания;

–  $L_f = 10^{-2}$  были снижены для каждой зоны с учетом количества людей, потенциально подвергающихся опасности в зоне здания против общего количества людей, находящихся в здании.

4. Количественный расчет соответствующих данных.

Расчеты участков сбора данных, расчеты предполагаемого количества опасных случаев и оценка предполагаемых годовых ущербов [2, с. 54].

5. Расчет риска для принятия решения о необходимости обеспечения защиты.

Оценка включаемых элементов риска для каждой зоны и общая оценка риска представлены в табл. Н.18 [2, с. 54].

В результате расчетов получаем следующие значения:

$$R_A + R_B + R_U + R_V + R_U + R_V = 4,08.$$

Так как общий риск  $R_1 = 4,08 \cdot 10^{-5}$  превышает допустимое значение  $R_T = 10^{-5}$ , то для здания требуется молниезащита.

6. Выбор мер молниезащиты:

$$R_D = R_A + R_B + R_C = R_B; \quad R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z = R_{U(\text{общ})} + R_{V(\text{общ})};$$

$$R_S = R_A + R_U = R_U; \quad R_F = R_B + R_{V(\text{общ})}; \quad R_O = R_M + R_C + R_W,$$

где  $R_D$  – риск, возникающий в результате разрядов, ударяющих в здание;  $R_I$  – риск, возникающий в результате разрядов, не ударяющих в здание, но воздействующих на него;  $R_S$  – риск гибели людей;  $R_F$  – риск, возникающий в результате физического повреждения;  $R_O$  – риск, возникающий в результате повреждения внутренних систем.

Эти составляющие показывают, что риск для здания возникает в основном в результате физического повреждения в зоне  $Z_3$  и обусловлен ударами молнии в здание или подсоединенные к нему линии; риск возгорания (физическое повреждение) в зоне  $Z_3$  составляет 92 % от всего риска.

Согласно табл. Н.18 [2, с. 54] получаем, что основными составляющими элементами риска  $R_1$  в зоне  $Z_3$  являются:

- элемент  $R_B$  (удар молнии в здание) – 54 %;
- элемент  $R_{V(\text{линия электропередачи})}$  (удар молнии в линию электропередачи) –  $\approx 9$  %;
- элемент  $R_{V(\text{линия связи})}$  (удар молнии в линию связи) –  $\approx 29$  %.

Для снижения риска до допустимого значения принимают следующие меры молниезащиты:

а) защищают здание системой молниезащиты класса IV, отвечающей требованиям ИЕС 62305-3, чтобы уменьшить элемент  $R_B$ . Данная система не имеет характеристик сетчатого защитного экрана. Параметры, указанные в табл. Н.8–Н.10 [2, с. 51–52], изменятся следующим образом:

- $P_B = 0,2$ ;
- $P_U = P_V = 0,03$  (благодаря наличию устройств для молниезащиты от перенапряжений на входящих линиях);

б) устанавливают в помещении архива (зона  $Z_3$ ) автоматический огнетушитель (или систему обнаружения возгорания) для того, чтобы снизить воздействие элементов  $R_B$  и  $R_V$  в данной зоне и устройства для молниезащиты от перенапряжений уровня молниезащиты IV на

точке входа в здание на линиях электропередачи и связи. Параметры, указанные в табл. Н.9, Н.10 и Н.13 [2, с. 51–53], изменятся следующим образом:  $r_p = 0,2$  только для зоны  $Z_3$ ;  $P_U = R_V = 0,33$  (благодаря наличию устройств для молниезащиты от перенапряжений на входящих линиях). Новые и измененные значения риска для каждой зоны представлены в табл. Н.20 [2, с. 55].

Данные расчеты делаются для того, чтобы принять наиболее рациональное решение по выбору молниезащиты на административное здание, следует принимать в соответствии с наилучшими техническими критериями и наибольшей эффективностью.

### Литература

1. ТКП 336–2011. Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций.
2. СТБ П ИЕС 62305-2-2006/ОР. Защита от атмосферного электричества. Ч. 2. Управление риском.

УДК 621.316.98

## РАСЧЕТ РИСКА ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О НЕОБХОДИМОСТИ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗАГОРОДНОГО ДОМА

А. В. Боярин, курсант

С. А. Грачев, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

В качестве конкретного случая рассмотрим загородный дом, в отношении которого требуется определить необходимость обеспечения молниезащиты.

Цель работы: рассчитать риск  $R_1$  гибели людей и сравнить с допустимым значением  $R_T = 10^{-5}$ . Также необходимо выбрать защитные меры для уменьшения этого риска.

Исходными показателями в данной работе являются следующие данные и характеристики, касающиеся загородного дома [1, с. 47].

1. Проводим расчеты предполагаемого количества опасных случаев. На примере линий электропередач для того чтобы посчитать общий риск  $R_1$ , который складывается из совокупности рисков.

Для изолированного здания прямоугольной формы длиной  $L$ , шириной  $W$  и высотой  $H$  (все данные приведены в таблице исходных

данных) [1, с. 47], находящегося на плоской поверхности земли, участок сбора данных тогда соответствует:

$$A_d = LW + 6H(L + W) + 9\pi(3H)^2,$$

$$A_d = 15 \cdot 20 + 6 \cdot 6 \cdot (15 + 20) + 9 \cdot 3,14 \cdot (3 \cdot 6)^2 = 1,07 \cdot 10^4.$$

Данный расчет, включает в себя ряд сбора, данных которые будут влиять на риск для принятия решений о молниезащите:  $A_{I(P)}$ ,  $A_{i(P)}$ ,  $A_{I(T)}$ ,  $A_{i(T)}$ .

2. Проводим расчет, предполагаемого ежегодного количества опасных случаев, пользуясь табличными данными [1, с. 49]. Для того чтобы произвести расчет № 2, необходимо воспользоваться расчетными данными из предыдущего расчета, а также исходными данными, приведенными в таблице [1, с. 47].

$N_D$  можно определить как произведение:

$$N_D = N_g A_{d/b} C_{d/b} \cdot 10^{-6},$$

$$N_D = 4 \cdot 1,07 \cdot 10^4 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 4,28 \cdot 10^{-2}.$$

Данный расчет также производится для следующих значений, которые будут влиять на риск для принятия решений о молниезащите:  $N_{L(P)}$ ,  $N_{i(P)}$ ,  $N_{L(T)}$ ,  $N_{i(T)}$ .

3. Проводим расчет риска для принятия решения о необходимости молниезащиты.

В каждом рассматриваемом случае для принятия решения о необходимости молниезащиты следует оценивать риск  $R_1$ .

В соответствии с уравнением его следует выражать следующей совокупностью элементов, которые в свою очередь состоят из расчетных данным приведенных выше:

$$R_1 = R_B + R_{U(\text{линия электропередачи})} + R_{V(\text{линия электропередачи})} + \\ + R_{U(\text{линия связи})} + R_{V(\text{линия связи})}.$$

Уравнения, касающиеся определения включаемых элементов и оценки риска, даны в таблице [1, с. 49].

В результате расчетов получаем следующие значение:

$$R_A + R_B + R_U + R_V + R_U + R_V = \\ = 0,428 + 0,000009 + 0,878 + 0,000014 + 1,41 = 2,71.$$

Так как общий риск  $R_1 = 2,71 \cdot 10^{-5}$  превышает допустимое значение  $R_T = 10^{-5}$ , то можем сделать заключение для здания требуется молниезащита.

*Выбор мер молниезащиты.* В результате подставления составляющих элементов риска возникающих от различных источников повреждения [1, с. 12], получаем следующее:

$$R_D = R_A + R_B + R_C = R_B = 0,428 \cdot 10^{-5};$$

$$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z = R_{U(\text{общ})} + R_{V(\text{общ})} = 2,287 \cdot 10^{-5};$$

$$R_F = R_B + R_{V(\text{общ})} = 1,83 \cdot 10^{-5},$$

где  $R_D$  – риск, возникающий в результате воздействия молнии, ударяющей в здание;  $R_I$  – риск, возникающий в результате молнии, не ударяющей в здание, но воздействующей на него;  $R_F$  – риск физического повреждения.

Эти составляющие показывают, что риск для здания возникает в основном в результате физического повреждения, вызванного ударом молнии в подсоединенные линии.

Согласно табл. [1, с. 50] основными элементами, влияющими на значение общего риска, являются следующие элементы:

- элемент  $R_{V(\text{линия связи})}$  (удар молнии в линию связи) – 59 %;
- элемент  $R_{V(\text{линия электропередачи})}$  (удар молнии в линию электропередачи) – 37 %;
- элемент  $R_B$  (удар молнии в здание) – 4 %.

Для снижения риска  $R_1$  до приемлемого значения рассматривают меры молниезащиты, влияющие на элементы  $R_U$  и элемент  $R_B$ :

а) установка устройства для молниезащиты от перенапряжений IV уровня молниезащиты на входе системы электроснабжения с целью защиты как линий электропередач, так и линий связи. Согласно табл. [1, с. 33], это уменьшает значения  $R_U$  и  $R_V$  (за счет наличия устройства для молниезащиты от перенапряжений) на величину от 1 до 0,03;

б) установка системы молниезащиты класса IV, которая согласно таблицам [1, с. 32] снижает значение  $R_B$  на величину от 1 до 0,2 и значения  $R_U$  и  $R_V$  (благодаря наличию ограничителя перенапряжения на подсоединенных линиях) на величину от 1 до 0,03.

Подставляя эти значения в уравнения, приведенные в табл. [1, с. 50], можно получить новые значения элементов риска, как показано в табл. [1, с. 51].



Данные расчеты делаются для того, чтобы принять наиболее рациональное решение по выбору молниезащиты на загородный дом с точки зрения соответствия наилучшему техническому и экономическому компромиссу.

### Литература

1. СТБ П ИЕС 62305-2-2006/ОР. Защита от атмосферного электричества. Ч. 2. Управление риском.

УДК 614.8.084

## МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ: GPS-ТРЕКЕР MEITRACK MT90

**В. В. Кикинев**, заведующий кафедрой, канд. техн. наук

**А. Э. Набатова**, заместитель начальника института –  
начальник НИО, канд. юрид. наук, доцент

**К. О. Никонорова**, курсант IV курса

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Комбинированные мобильные устройства, имеющие в своем составе модуль *GPS*-позиционирования, являются весьма важным фактором обеспечения безопасности определенных групп населения.

Настоящая работа посвящена одному из таких устройств — *GPS*-трекеру («personal GPS tracker») *MT90* китайской компании *Meitrack Group* (ранее **Shenzhen Meiligao Electronics Co., Ltd**), которая специализируется в области разработки и производства систем мониторинга местоположения объектов [1].

*Meitrack MT90* представляет собой автономное мобильное устройство, основным назначением которого является передача сигнала тревоги совместно с информацией о его (устройства) местоположении на удаленный сервер либо выбранному абоненту.

Основные функции рассматриваемого устройства таковы [2], [3]:

– формирование тревожного сигнала:

а) при нажатии кнопки «Answer/Hang-up button», расположенной на лицевой панели устройства, с последующей передачей его посредством сети мобильной связи на удаленный сервер;

б) при нажатии кнопки «SOS button», расположенной на лицевой панели устройства, с последующей передачей его посредством сети мобильной связи на один (первый ответивший) из трех предва-

рительно занесенных в память устройства номеров абонентов сотовой сети. Устройство определяется в сети обычным образом благодаря предоставляемой оператором сети SIM-карте;

- точное, двухрежимное (посредством GPS и GSM-навигации), автоматическое определение своего местоположения (или, что то же, местоположения пользователя) и передача определенных координат на сервер или абоненту (абонентам) сотовой сети совместно с сигналом тревоги либо на абонентский номер сотовой сети по входящему SMS-запросу;

- двусторонняя голосовая связь пользователя устройства с абонентами сотовой сети;

- режим геозоны («geofence»), при котором обеспечивается автоматическое формирование и передача соответствующего сигнала при пересечении пользователем установленных границ;

- режим конфиденциального прослушивания, при котором производится односторонняя передача («трансляция») звуковой информации, формируемой встроенным микрофоном устройства, об обстановке в месте его расположения. Передача указанной информации производится по входящему SMS-запросу на один из двух определенных номеров сотовой сети;

- извещение пользователя посредством SMS-сообщения о его вхождении в зону, где определение координат посредством GPS невозможно («слепая зона»);

- мониторинг координат и событий, ассоциированных с пользователем, с автоматическим занесением данных во встроенный журнал посредством оборудования сервера и (или) во встроенную память устройства.

Основные технические характеристики рассматриваемого устройства таковы [2], [3]:

- приемник спутниковых координат: SiRF IV GPS;
- используемые диапазоны частот GSM: 850/900/1800/1900 МГц;
- точность определения географических координат: не хуже 10 м;
- объем встроенной памяти: 8 Мб;
- встроенный датчик движения, определяющий: состояния покоя, движения и вибрацию;
- максимальная продолжительность рабочего и «спящего» режимов: 14 и 160 ч соответственно;
- элемент питания: Li-Ion аккумулятор емкостью 1100 мА · ч;
- диапазон рабочих температур: от –20 до +55 °С;
- степень защиты, обеспечиваемая оболочкой (корпусом): IP65;

- размеры корпуса: 77 × 47 × 20 мм;
- масса: 70 г.

Области применения GPS-трекера Meitrack MT90 фирма-изготовитель определяет следующим образом: мониторинг местоположения людей и животных, наблюдение за имуществом и транспортными средствами [3].

### Литература

1. Hear Our Story / Meitrack Group. – Режим доступа: <http://www.meitrackusa.com/company>. – Дата доступа: 15.12.2015.
2. Meitrack MT90 User Guide / Meitrack Group. – Ver. 2.3. – [China?] : Meitrack, 2015. – 15 p.
3. MT90 Руководство пользователя / Meitrack Group. – Rev. V1.0. – [РФ?] : Meitrack, 2015. – 18 с.

УДК 614.8.084

## ПРОФИЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОНОМНЫХ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ БЕЗОПАСНОСТИ

**В. В. Кикинев**, заведующий кафедрой, канд. техн. наук  
**К. О. Никонорова**, курсант IV курса

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Рассмотрим основные режимы («профили») использования комбинированных мобильных устройств безопасности на примере «классического» GPS-трекера («personal tracker») TR203A тайваньской компании GlobalSat Technology Corp., специализирующейся в области технологий GPS, Bluetooth и беспроводной мобильной связи [1].

GlobalSat TR203A представляет собой автономное мобильное устройство, основным назначением которого является автоматическая передача информации о местонахождении пользователя на удаленный сервер либо выбранному абоненту сотовой сети.

Основные функции рассматриваемого устройства таковы [3], [5]:

- формирование тревожного сигнала при нажатии кнопки «SOS», расположенной на лицевой панели устройства, с последующей передачей его посредством сети мобильной связи на сервер и (или) на предварительно занесенный в память устройства номер абонента сотовой сети. Устройство определяется в сети обычным образом благодаря предоставляемой оператором сети SIM-карте;

- точное определение своего местоположения (или, что то же, местоположения пользователя) и передача определенных координат

на сервер или абоненту (абонентам) сотовой сети автоматически либо по команде с сервера;

- односторонняя голосовая связь пользователя устройства с абонентами сотовой сети;

- режим геозоны («geofence»), при котором обеспечивается автоматическое формирование и передача соответствующего сигнала при пересечении пользователем установленных границ. Всего может быть установлено до 10 зон, «разрешенных» или «запрещенных», имеющих прямоугольную форму;

- режим конфиденциального прослушивания («Voice Monitor»), при котором производится односторонняя передача («трансляция») звуковой информации, формируемой встроенным микрофоном устройства, об обстановке в месте его расположения. Передача указанной информации производится по запросу с сервера на определенный номер сотовой сети;

- мониторинг координат и событий, ассоциированных с пользователем, с автоматическим занесением данных во встроенную память устройства и последующим их переносом на ПЭВМ для рассмотрения и анализа.

Основные технические характеристики рассматриваемого устройства таковы [4]:

- приемник спутниковых координат: MTK MT5531;

- используемые диапазоны частот GSM/GPRS: 850/900/1800/1900 МГц;

- объем встроенной памяти: обеспечивает запоминание до 150000 различных местоположений;

- максимальная продолжительность рабочего и «спящего» режимов: 118 ч (зависит от установленной частоты обмена данными) и 90 дней соответственно;

- элемент питания: Li-Ion аккумулятор емкостью 920 мА · ч;

- диапазон рабочих температур: от –20 до +60 °С;

- размеры корпуса: 79,1 × 41,6 × 18 мм;

- масса: 65 г.

GPS-трекер GlobalSat TR203A может быть сконфигурирован для работы по одному из следующих основных профилей [2]:

- «для родных»: передача данных о местоположении пользователя (например, ребенка) производится через 3 мин при его движении (пешком или наземным транспортом) и через 1 ч – при его нахождении на одном месте;

– «для курьера»: передача данных о местоположении пользователя производится через 5 мин при его движении и через 15 мин – при его нахождении на одном месте;

– «автомобиль в городе»: передача данных о местоположении объекта производится через 3 мин при его движении и через 30 мин – на стоянке;

– «дальние рейсы»: передача данных о местоположении объекта производится через 30 мин при его движении и через 2 ч – на стоянке.

Очевидно, указанное конфигурирование оптимизирует энергопотребление устройства и объем соответствующего трафика для различных условий применения.

### Литература

1. Компания GlobalSat / GlobalSat. Wired by Wireless. – Режим доступа: [http://www.globalsat.ru/kompanija\\_globalsat](http://www.globalsat.ru/kompanija_globalsat). – Дата доступа: 15.12.2015.
2. Руководство по настройке GPS-трекера GlobalSat TR-203 для работы с online-сервисом GPS-мониторинга GPSHome.ru / GlobalSat Technology Corp. – [Б. м. : б. и., 2010?]. – 13 с.
3. Универсальный GPS трекер TR-203: взгляд со стороны практики / GPS-Клуб. – Режим доступа: [http://gps-club.ru/gps\\_test/detail.php?ID=59907](http://gps-club.ru/gps_test/detail.php?ID=59907). – Дата доступа: 15.12.2015.
4. Характеристики. GPS-трекер GlobalSat TR-203A / GlobalSat. Wired by Wireless. – Режим доступа: [http://www.globalsat.ru/catalog/gps\\_tracker\\_globalsat\\_tr-203a\\_tr-203](http://www.globalsat.ru/catalog/gps_tracker_globalsat_tr-203a_tr-203). – Дата доступа: 15.12.2015.
5. TR-203 Personal Tracker. User Manual / GlobalSat Technology Corp. – Ver. 0.1. — [S. l. : s. n., 2010?]. – 82 p.

УДК 614.842.4

## КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЯ НА БАЗЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОТОКОЛОВ ОБМЕНА

Ю. А. Волков, преподаватель

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Современное здание, будь то офис, производственный комплекс или жилой дом, насыщено множеством кабельных разводов: системы информатизации – телефонная система, локальная компьютерная сеть, телевизионные кабели, системы «intercom», связь систем жизнеобеспечения здания, связь технологических систем, связь систем

безопасности – охранной сигнализации и пожарной автоматики. Каждому кабельному соединению соответствует тот или иной физический и логический протокол обмена аналоговыми, дискретными или цифровыми сигналами. Системы технологические, жизнеобеспечения, информатизации, технических средств противопожарной защиты здания, аппаратно и программно объединенные под управлением системы пожарной сигнализации, будут являться комплексной системой безопасности здания. Типовое решение оснащения здания вышеперечисленными системами представляет собой совокупность отдельных, не взаимодействующих между собой систем. Здание, в котором эти системы объединены в интегрированный комплекс и правильно организованы уже на этапе проектирования (с учетом возможных будущих изменений), можно назвать интеллектуальным. Построение комплексных систем безопасности здания требует применения структурированных систем протоколов обмена сигналами, которые будут характерны для крупных промышленных предприятий, уникальных зданий и особенно высотных зданий.

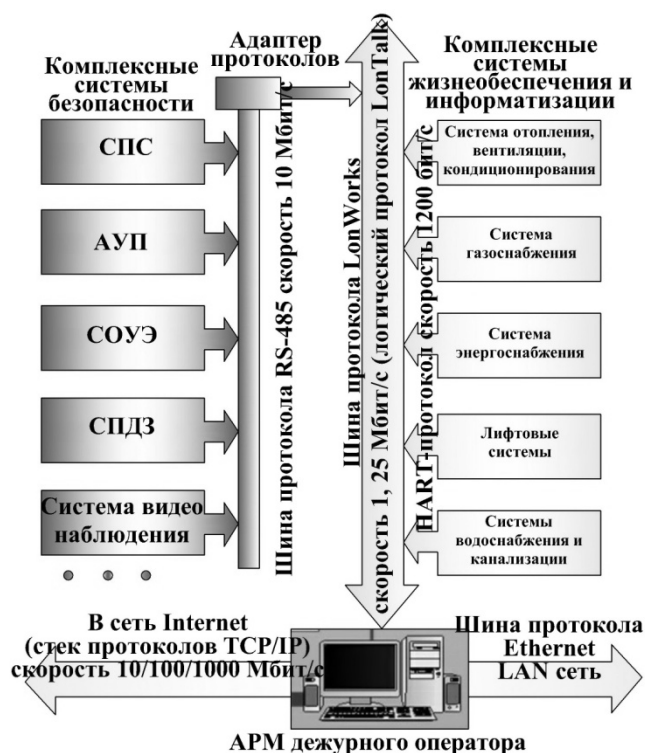


Рис. 1. Топология комплексной системы безопасности здания

Как в европейских странах, так и в России все большее распространение в качестве основной сетевой технологии построения ком-

плексных систем безопасности зданий (интеллектуальное здание) получает протокол обмена сигналами LonWorks.

Сеть LonWorks (рис. 1) имеет децентрализованную распределенную архитектуру, где каждый узел выполняет функции управления, включая обработку информации, ввод/вывод данных и взаимодействие с другими узлами, что обеспечивается программным обеспечением каждого из узлов. Технология протокола LonWorks обеспечивает возможность создания сетей с практически неограниченным количеством узлов и ориентирован на решение задач автоматизации, где необходима высокая надежность. Узлами сети LonWorks могут быть различные датчики, исполнительные механизмы, контроллеры и другие устройства. Это оборудование может быть связано стандартными сетями TCP/IP с возможностью доступа к нему через Интернет из любой точки мира. Скорость передачи информации в сети LonWorks составляет до 1,25 Мбит/с, время реакции узла 10–20 мс. Стандартный размер пересылаемого LonWorks пакета 10–14 байт, но возможна передача и 228-байтовых сообщений. Характер пересылки пакетов – событийный. В качестве физического протокола передачи LonWorks использует витую пару, коаксиальный кабель, силовую проводку, радиоканал, оптоволокно. Скорость связи варьируется в зависимости от типа канала. Технология LonWorks позволяет строить системы управления зданиями по свободной топологии, которая наилучшим образом соответствует структуре систем интеллектуального здания. При помощи сетевого адаптера к сети LonWorks подключаются устройства, работающие с протоколами RS232/RS485, такие как системы охраны здания (система охранной сигнализации, система контроля и управления доступом, система видеонаблюдения), системы пожарной сигнализации (безадресные, адресные дискретные, адресно-аналоговые). В основе интерфейса RS-485 лежит принцип дифференциальной (балансной) передачи данных. Суть его заключается в передаче одного сигнала по двум проводам, причем по одному проводу (провод *A*) идет оригинальный сигнал, а по другому (провод *B*) – его инверсная копия. Другими словами, если на одном проводе «1», то на другом «0» и наоборот. Таким образом, между двумя проводами витой пары всегда есть разность потенциалов: при «1» она положительна, при «0» отрицательна. Именно этой разностью потенциалов и передается сигнал. Для передачи сигналов с оборудования систем жизнеобеспечения и информатизации может использоваться HART-протокол. Типовой областью применения HART-протокола являются интеллектуальные уст-

ройства (электромагнитные клапаны, датчики потока жидкости, радарные уровнемеры и т. п.), а также взрывобезопасное оборудование, где низкая мощность HART сигнала позволяет легко удовлетворить требованиям стандартов на искробезопасные электрические цепи. Компьютер АРМ ДО является одновременно и адаптером сопряжения протокола LonWorks с протоколом верхнего уровня Ethernet, который обеспечивает контроль и управление комплексной системой безопасности здания по локальной сети или через Интернет.

УДК 614.842.4

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВОК ВОДЯНОГО И ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

**Ю. А. Волков**, преподаватель

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

Изучение пожарной автоматики в высших учебных заведениях пожарно-технического профиля необходимо для решения практических задач, стоящих перед работниками Государственного пожарного надзора по контролю за проектированием, монтажом и эксплуатацией систем автоматической противопожарной защиты.

При разработке проектов автоматических установок водяного и пенного пожаротушения на действующих промышленных предприятиях, на которых уже имеется хозяйственно-питьевой водопровод и насосная станция с определенным типом насосов, у проектировщиков (часто возникает вопрос, в какой мере можно использовать насосы, уже имеющиеся на предприятии и обеспечивающие потребности его хозяйственно-питьевого водопровода) возникает необходимость определить возможность частичного или полного использования этих насосов для обеспечения потребностей проектируемой установки с целью снизить экономические затраты предприятия на внедрение установки пожаротушения. В ТКП 45-2.02-190–2010 «Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования» в п. 6.13.2 дано разъяснение, что в случае если гидравлические параметры водопровода (давление, расход) не обеспечивают расчетных параметров УП, должны быть предусмотрены насосы для повышения давления. Это означает, что для УП, питаемых от наружных водопроводных сетей с давлением не менее расчетного, установка насосов-повысителей не требуется. Как правило, при этом ограничива-



ются учетом в формуле гидравлического расчета установки гарантированного напора  $H_{\text{гар}}$  в точке ввода подводящего трубопровода установки пожаротушения в хозяйственно-питьевой трубопровод предприятия:

$$H_{\text{уст}} = 1,2\Delta h_{\text{л}} + H_2 + H_1 + Z - H_{\text{гар}}.$$

Однако это не всегда верно, так как величина гарантированного напора  $H_{\text{гар}}$  нуждается в обосновании. Ошибка состоит в том, что величина  $H_{\text{гар}}$  на самом деле не является постоянной величиной, а изменяется с изменением параметров работы сети после монтажа установки пожаротушения и, как следствие, изменения режима работы насоса предприятия с рабочей точки А на точку Б (рис. 1, 2).

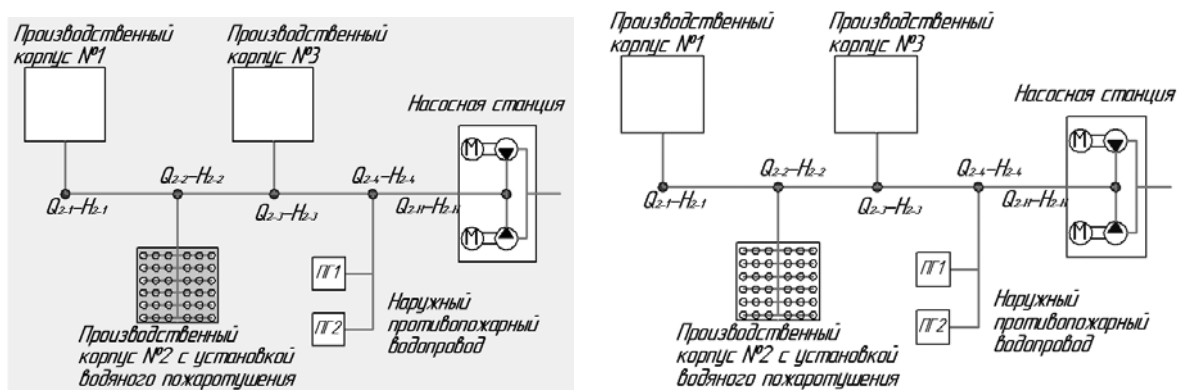


Рис. 1. Схема водопроводной сети промышленного предприятия после проектирования установки водяного (пенного) пожаротушения

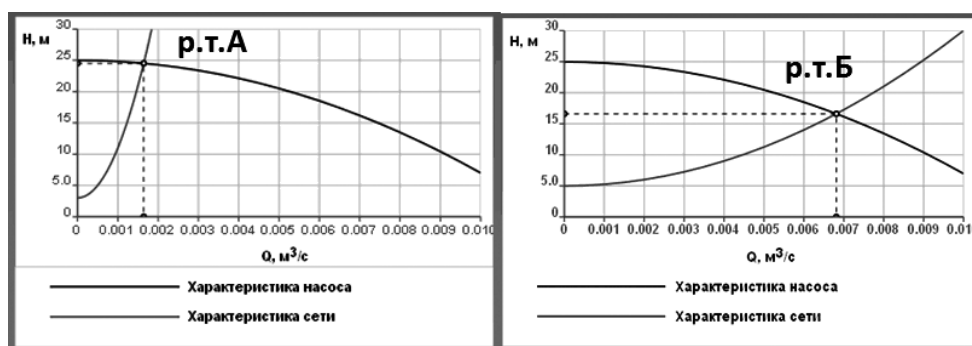


Рис. 2. Совмещенный график характеристик насоса и водопроводной сети промышленного предприятия после проектирования установки водяного (пенного) пожаротушения

Это обусловлено тем, что при увеличении расхода в водопроводной сети предприятия после подключения установки пожароту-

шения, изменится режим работы насоса, как видно из графика характеристики работы насоса на рис. 2, а именно, при увеличении расхода в водопроводной сети уменьшится напор на выходном патрубке насоса, а соответственно и в точке ввода установки пожаротушения. В гидравлическом расчете дополнительно необходимо обосновать гарантированность напора в наружной водопроводной сети предприятия в месте ввода подводящего трубопровода установки пожаротушения.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1) гидравлический расчет установки водяного (пенного) пожаротушения, запроектированной на действующем предприятии со сложившейся водопроводной сетью и имеющемся насосе, с учетом только напора в месте ввода подводящего трубопровода установки, без учета изменений в характеристике работы сети и дополнительного гидравлического расчета является неверным проектным решением;

2) приведенная методика возможности использования имеющегося на действующем предприятии водяного насоса является рекомендуемой, так как не имеет обоснования действующими в области пожарной автоматики техническими нормативными правовыми актами, а опирается только на более общие методики гидравлических расчетов и принципы работы водяных насосов. Одновременно она является востребованной проектировщиками пожарной автоматики и сотрудниками ГПН, что показывает необходимость разработки нормативного документа, в котором была бы приведена полная методика гидравлического расчета установок водяного и пенного пожаротушения, учитывая многообразие вариантов их использования, в том числе на действующих предприятиях.

### **Литература**

1. ТКП 45-2.02-190–2010. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования.
2. Волков, Ю. А. Пожарная автоматика : пособие по выполнению гидравл. расчета при проектировании установок пожаротушения водой и пеной / Ю. А. Волков. – Гомель : Гомел. инженер. ин-т МЧС Респ. Беларусь, 2008.

УДК 614.8

## МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ПОКАЗАНИЯ ТЕПЛОВИЗОРА

**Х. Ш. Гасанов**, адъюнкт

*Черкасский институт пожарной безопасности  
имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

На сегодняшнем этапе при разведке и тушении пожаров в основном используется визуальный метод (в видимом диапазоне) по определению пламени или дыма. Однако в некоторых случаях, например на начальном этапе или в процессе развития, источник можно определять исходя из длин волн, которые невидимы для человеческого глаза, с помощью тепловизора.

В работах [1]–[5] изучен отечественный и зарубежный опыт применения тепловизоров при тушении пожаров. Установлено, что отсутствуют рекомендации касательно тактических действий на основе анализа инфракрасного изображения как при тушении пожара, так и при его разведке.

Анализ показывает, что температура внешней стенки существенно изменяется при скоростях ветра менее 5 м/с. Кроме того, при высоких скоростях ветра (выше 10 м/с) практически полностью исчезает разница в температурном режиме стены при изменении  $T_1$  и теплотехнических характеристик стены. В то же время при использовании тепловизора необходимо учитывать свойства материала, на котором производится замер температуры, поток от других объектов.

Кроме того, анализ документов касательно порядка применения тепловизоров показал отсутствие методик по применению данных устройств, рекомендаций к тактическим действиям, математического аппарата для анализа пожара на основе изображений в инфракрасном диапазоне и т. д. Так, например, в [6] всего лишь один раз упоминается слово «тепловизор», а именно в п. 4.6.5:

«В зависимости от наличия сил и средств поисковые работы осуществляют на основе и с использованием:

- свидетельств очевидцев;
- визуальных признаков (по остаткам одежды и вещей на поверхности застabilизированной прослойки);

- показаний приборов поиска (газоанализаторов, зондов, магнитометров, тепловизоров, акустических систем);
- поисковых собак».

Целью работы является построение модели воздействия опасных факторов чрезвычайной ситуации и типа материала стен на показания тепловизора. Для построения математической модели приняты граничные условия третьего рода на внешней и на внутренней поверхности стены:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial}{\partial \tau} T(x, \tau) = a_{st} \frac{\partial^2}{\partial x^2} T(x, \tau); \\ \lambda_{st1} \frac{\partial}{\partial x} T(x, \tau)|_{x=x_1} = 1,66 \Delta T^{1/3} (T_1 - T_{pom}); \\ \lambda_{st2} \frac{\partial}{\partial x} T(x, \tau)|_{x=x_2} = (5,07 v^{0,656} + 3,25 e^{-1,91v}) (T_{vs} - T_2); \\ T(x, 0) = T_0; \quad T_{pom} = 345 \lg(8 \cdot \tau + 1) + T_0; \\ f(\tau_i) = \frac{\pi \tau}{2 \mu_i^2} \exp\left(-\frac{\tau^2 \pi}{\mu_i^2}\right), \quad \tau \in [0; +\infty); \\ \lambda = \frac{0,002899}{T_{vs}}; \quad r(\lambda, T) = \frac{2 \pi h c^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda k T_{vs}}} - 1}; \\ \frac{\Delta T}{T_2} = \frac{1}{4} \frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $\lambda$  – длина волны;  $c$  – скорость света;  $k$  – постоянная Больцмана;  $h$  – постоянная Планка;  $v$  – скорость ветра;  $T_{1s}$ ,  $T_{2s}$  – температура внутренней и внешней поверхности стены;  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи у внутренней и внешней поверхности стены;  $a_{st}$  – коэффициент температуропроводности стены;  $T(x, \tau)$  – значение температуры на расстоянии  $x$  от внутренней стороны стены в момент времени  $\tau$ .

**Заключение.** В результате проведенной работы обработаны статистические данные по результативности работы аварийно-спасательных подразделений, получены функции распределения времени прибытия, локализации и ликвидации пожаров. Установлена корреляционная связь между математическим ожиданием и средне-квадратичным отклонением случайных величин.

Получена математическая модель воздействия опасных факторов чрезвычайной ситуации и типа материала стен на показания тепловизора.

### Литература

1. Тепловизоры для пожарных. – Режим доступа: [http://www.pergam.com.ua/catalog\\_103.htm?PHPSESSID=j5848etppm6l6v4h9d9tbl08c1](http://www.pergam.com.ua/catalog_103.htm?PHPSESSID=j5848etppm6l6v4h9d9tbl08c1).
2. Ключка, Ю. П. Особенности определения места пожара в здании при использовании тепловизоров / Ю. П. Ключка, Н. В. Крынская, Х. Ш. Гасанов // Проблемы пожар. безопасности. – 2015. – Вып. 37. – С. 85–92.
3. Тепловизор для пожарных. – Режим доступа: [http://ircam.ru/teplovizor\\_pozharny.htm](http://ircam.ru/teplovizor_pozharny.htm).
4. Нестерук, Д. А. Тепловой контроль и диагностика : учеб. пособие для подготовки специалистов I, II, III уровня / Д. А. Нестерук, В. П. Вавилов. – Томск : 2007. – 104 с.
5. Неразрушающий контроль : справочник : в 7 т. / под общ. ред. В. В. Клюева. – М. : Машиностроение, 2004. – Т. 5 : в 2 кн. Кн. 1: Тепловой контроль / В. П. Вавилов. – 679 с.
6. Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. – Режим доступа: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/RE21147.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE21147.html).

УДК 614.8

## МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ИЗМЕНЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

**Г. В. Иванец**, доцент кафедры, канд. техн. наук, доцент

**Е. И. Стецюк**, ст. преподаватель кафедры

**И. А. Толкунов**, начальник кафедры, канд. техн. наук, доцент

**А. Р. Шевчук**, науч. сотрудник научно-исследовательской лаборатории

*Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков*

По статистике в Украине за 1997–2013 гг. возникло 6012 ЧС, из них 2215 ЧС, вызванных природными факторами.

Анализ последних исследований и публикаций свидетельствует, что эта проблема рассматривалась довольно широко, особенно это касается прогноза возникновения пожаров в экосистемах. Однако недостаточно исследована возможность прогноза обобщенных параметров процесса изменения ЧС природного характера с учетом тенденций их периодических изменений.

В качестве обобщенного параметра процесса возникновения ЧС природного характера будем рассматривать количество ЧС природно-

го характера за некоторый промежуток времени. С учетом действия всех дестабилизирующих факторов процесс изменения обобщенного параметра целесообразно представить в виде аддитивной смеси систематической составляющей, которая характеризует необратимые процессы дрейфа параметров, периодической и случайной составляющей:

$$N_{\text{НСПХ}} = C_{\text{НСПХ}} + \Pi_{\text{НСПХ}} + B_{\text{НСПХ}}, \quad (1)$$

где  $N_{\text{НСПХ}}$  – количество ЧС природного характера за некоторый промежуток времени (обобщенный параметр);  $C_{\text{НСПХ}}$  – систематическая составляющая процесса изменения обобщенного параметра ЧС природного характера;  $\Pi_{\text{НСПХ}}$  – периодическая составляющая процесса изменения обобщенного параметра ЧС природного характера;  $B_{\text{НСПХ}}$  – случайная составляющая процесса изменения обобщенного параметра ЧС природного характера.

Количество ЧС природного характера  $N_{\text{НСПХ}}$  за некоторый промежуток времени представляет нестационарный случайный процесс, который можно представить в виде суммы систематической (не случайно)  $C_{\text{НСПХ}}$ , периодической (не случайно)  $\Pi_{\text{НСПХ}}$  и случайной  $B_{\text{НСПХ}}$  составляющих. Систематическую составляющую  $C_{\text{НСПХ}}$  будем искать в виде полинома степени  $k$ :

$$C_{\text{НСПХ}} = r_0 + r_1 t + r_2 t^2 + \dots + r_k t^k. \quad (2)$$

Степень полинома выбирается таким образом, чтобы количество заданных точек было в пять раз выше степени полинома. Коэффициенты полинома можно найти методом наименьших квадратов (МНК):

$$\bar{R} = (T^T T)^{-1} T^T \overline{N_{\text{НСПХ}}}, \quad (3)$$

где  $\bar{R} = (r_0, r_1, r_2, \dots, r_k)^T$  – вектор коэффициентов полинома размерностью  $(k+1)$ ;  $\overline{N_{\text{НСПХ}}} = (N_{1\text{НСПХ}}, N_{2\text{НСПХ}}, \dots, N_{n\text{НСПХ}})^T$  – вектор измеренных значений количества ЧС природного характера размерностью  $(n+1)$ ;

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 2 & \dots & 2^k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & n & \dots & n^k \end{bmatrix} \text{ – матрица размерности } (n \times k).$$

Систематическую составляющую можно записать в виде

$$\overline{C_{\text{НСПХ}}} = T\overline{R}. \quad (4)$$

Обозначим через  $\overline{Y} = \overline{N_{\text{НСПХ}}} - \overline{C_{\text{НСПХ}}} = \overline{П_{\text{НСПХ}}} + \overline{B_{\text{НСПХ}}}$  случайный процесс, содержащий сумму периодической и случайной составляющих. Периодическая функция  $\overline{П_{\text{НСПХ}}}$  вполне определяется частотой  $w$  и значениями коэффициентов ряда Фурье:

$$\overline{П_{\text{НСПХ}}}(t) = \sum_{k=1}^{\infty} (A_k \cos(kwt) + B_k \sin(kwt)). \quad (5)$$

Скрытая периодичность  $\overline{П_{\text{НСПХ}}}$  будет найдена, если определены следующие параметры:  $w$ ,  $A_k$  и  $B_k$ .

Обозначим через  $\overline{B_{\text{НСПХ}}} = \overline{Y} - \overline{П_{\text{НСПХ}}}$  случайную составляющую процесса изменения обобщенного параметра НС и будем рассматривать ее как стационарный случайный процесс с математическим ожиданием равным нулю. В таком случае для прогноза случайной составляющей можно использовать метод группового учета аргументов (МГУА), в частности метод парного учета аргументов (МПУА).

Возможность оценки и прогнозирования составляющих случайного процесса изменения обобщенного параметра изменения ЧС природного характера позволит увеличить точность прогноза, а значит повысить эффективность проведения мероприятий по их предотвращению или ликвидации возможных последствий.

УДК 159.9:35

## **ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

**Гулиев Али Асад оглы**

*Академия МЧС Республики Азербайджан, г. Баку*

Оказание экстренной психологической помощи имеет своей целью поддержание психического и психофизиологического самочувствия и работу с вновь возникшими негативными эмоциональными переживаниями. Достижение этой цели определяет значительное снижение вероятности возникновения различных отсроченных последствий у пострадавших.

Ответственность за организацию и оказание помощи людям, попавшим в чрезвычайную ситуацию, несет на себе Министерство Чрезвычайных Ситуаций Республики Азербайджан. Крайне важно, чтобы сотрудники МЧС Азербайджана принимали участие в уроках по теме организации работы по оказанию профессиональной помощи на месте чрезвычайной ситуации.

*Экстренная психологическая помощь* – это система краткосрочных мероприятий, направленная на оказание помощи одному человеку, группе людей или большому числу пострадавших после кризисного или чрезвычайного события, в целях регуляции актуального психологического, психофизиологического состояния и негативных эмоциональных переживаний, связанных с кризисным или чрезвычайным событием, при помощи профессиональных методов, которые соответствуют требованиям ситуации.

Экстренная психологическая помощь может быть оказана одному человеку после критического события (изнасилование, грабеж, посягательство на жизнь и здоровье, дорожно-транспортное происшествие и т. д.), группе людей (семья, профессиональный коллектив, группа незнакомых ранее людей), а также большому числу пострадавших в результате крупной аварии, катастрофы, стихийного бедствия.

Оказание экстренной психологической помощи имеет своей целью поддержание психического и психофизиологического самочувствия и работу с вновь возникшими (в результате кризисной ситуации) негативными эмоциональными переживаниями (например, страх, чувство вины, гнев, беспомощность и т. д.). Достижение этой цели определяет значительное снижение вероятности возникновения различных отсроченных последствий у пострадавших (психосоматические проблемы, посттравматическое стрессовое расстройство и др.)

Необходимо отметить, что экстренная психологическая помощь не оказывается людям в психотическом состоянии, признаками которых являются бред и галлюцинации. Галлюцинации представляют собой мнимое восприятие, не имеющее в качестве источника внешний предмет, а также ложное сенсорное впечатление. Галлюцинации бывают: зрительные, акустические, вестибулярные, вкусовые, обонятельные. Бред – болезненное состояние психики человека, сопровождающееся фантастическими образами, видениями, искаженное восприятие действительности, расстройство мышления.

Основные задачи, на выполнение которых направлена деятельность при оказании данного вида помощи, можно сформулировать следующим образом:



– поддержание на оптимальном уровне психологического и психофизиологического состояния человека, оказание помощи при острых стрессовых реакциях.

– предупреждение отсроченных неблагоприятных реакций, в том числе и путем избавления человека от неблагоприятных эмоциональных состояний, возникших непосредственно в результате психотравмирующего события;

– предупреждение и при необходимости прекращение проявления выраженных эмоциональных реакций, в том числе массовых;

– консультирование пострадавших, их родных, близких, а также специалистов, работающих в условиях ликвидации последствий ЧС об особенностях переживания стресса, горя;

– психологическая помощь в чрезвычайных ситуациях;

– помощь специалистам, принимающим участие в ликвидации последствий ЧС.

**Группы пострадавших в ЧС.** Находясь в зоне ЧС, люди подвергаются негативным воздействиям, приводящим к сильным эмоциональным переживаниям и длительным нарушениям психического состояния и поведения. Кто-то пострадал физически, кто-то потерял близких, имущество, иные тоже в какой-то степени причастны к трагическому событию (видели, слышали и т. п.). В зависимости от степени вовлеченности в ЧС выделяют несколько групп пострадавших.

*Жертвы* – это пострадавшие, изолированные в очаге ЧС (например, люди, находящиеся в завале под плитами при землетрясении, зажатые в машине при автомобильной катастрофе или находящиеся на крыше затопленного дома, на дереве при наводнении).

*Пострадавшие* – относятся люди, которые пострадали физически или материально, но уже не находящиеся в самом очаге ЧС. Это люди, у которых разрушен дом, потеряно имущество, а также те, кто потерял своих родных, близких или не имеющие информации об их судьбе.

*Очевидцы* (свидетели) – это люди, оставшиеся и физически и материально невредимыми, но являющиеся очевидцами трагического события (падение самолета рядом с местом их проживания, взрыв в соседнем доме). Данная категория лиц также получает психологическую травму, так как люди в подобных обстоятельствах часто примеряют произошедшее на себя и своих близких, ставя себя на место пострадавших людей.

*Наблюдатели* (или зеваки) – это люди, непосредственно не участвовавшие в чрезвычайной ситуации, но прибывшие на место собы-

тия, получив информацию о произошедшем из различных источников (СМИ, знакомые).

**Организация экстренной психологической помощи в зоне ЧС.** Работу по оказанию экстренной психологической помощи можно условно разделить на три этапа. Первый этап подготовительный, второй этап – это этап собственно оказания экстренной психологической помощи, третий этап можно обозначить как этап завершения работ по оказанию экстренной психологической помощи. На каждом конкретном этапе перед психологами стоят свои цели и задачи.

### **Литература**

1. Бурмистрова, Е. В. Психологическая помощь в кризисных ситуациях (предупреждение кризисных ситуаций в образовательной среде) : метод. рекомендации для специалистов системы образования / Е. В. Бурмистрова. – М. : МГППУ, 2006.
2. Ляшенко, А. И. Практика участия психологов МСПП в работе по оказанию экстренной психологической помощи / А. И. Ляшенко, С. В. Тиунов, В. Н. Шатило // Психология экстремальных ситуаций ; под ред. В. В. Рубцова, С. Б. Малых. – М. : Психол. ин-т РАО, 2007. – С. 199–205.
3. Психология экстремальных ситуаций : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Т. Н. Гуренкова [и др.] ; под общ. ред. Ю. С. Шойгу. – М. : Смысл ; Академия, 2009.
4. Решетников, М. М. Психическая травма / М. М. Решетников. – СПб. : Восточ.-Европ. Ин-т психоанализа, 2006.
5. Рыбников, О. Н. Механизмы социально-психологической адаптации лиц опасных профессий в отдаленный период после воздействия чрезвычайной ситуации / О. Н. Рыбников, Л. В. Смекалкина // Механизмы стресса в экстремальных условиях : сб. науч. тр. ; под ред. И. Б. Ушакова. – М. : Истоки, 2004. – С. 29–33.

УДК 621.315.61

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ РЕСУРСОВ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**А. С. Саломатин**, магистрант

**С. А. Грачев**, канд. техн. наук, доцент

*ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

За последние 25 лет нагрузка на электросеть в жилом секторе увеличилась в 2,5 раза. По статистике в Беларуси за 2014 г. произошло 6783 пожара, из них 1356 из-за неисправности электрооборудования.

В процессе эксплуатации как силовых кабелей, так и осветительных проводов возможны отклонения от номинальных режимов работы сетей за счет возникновения как коротких замыканий, так и перегрузки сети.

Вот почему необходимо периодически (например: один раз в год для силовых кабелей) контролировать состояние изоляции.

Расчет остаточного ресурса работы изоляции кабелей и проводов проведен по методике изложенной в [1], основанной на снижении активного сопротивления изоляции во времени.

Расчеты приведены в таблице.

$t_3$ , лет	$R$ , МОм	$R_0$ , МОм	$k_t$	$\bar{t}_n$ , лет	$\bar{R}$ , МОм	$\bar{t}_t$ , лет	$\Delta t$
3	500	700	1,2	30	50	23,53	20,53
5	360	700	1,2	30	50	20,45	15,45
9	96	700	1,2	30	50	11,95	2,95

Таким образом, данная методика позволяет проводить достоверную количественную оценку технического состояния и расчет остаточного ресурса электрической изоляции, что в дальнейшем даст возможность предупредить возникновение пожаров в системах электроснабжения.

### Литература

1. Шабловский, Я. О. Предупреждение пожароопасных отказов силовых кабелей / Я. О. Шабловский, В. В. Киселевич // Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций : сб. материалов Междунар. конф. молодых ученых / редкол. Ю. С. Иванов [и др.]. – Минск : Промбытсервис, 2013. – 230 с.