

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**



**III ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
«ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ»
ЧАСТЬ 1**

**20 СЕНТЯБРЯ 2012 ГОДА
МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

ВОРОНЕЖ

УДК 614.84 (063)
ББК 68.9я73
П 46

Редакционная коллегия:

Председатель редакционной коллегии - Ю.Н. Зенин. Члены редакционной коллегии: А.Н. Шуткин; Л.И. Ярмонов; А.В. Калач; Н.С. Шимон; С.Н. Тростянский, В.И. Федянин.

Секретарь редакционной коллегии - Ю.М. Дьякова.

П 46 Пожарная безопасность: проблемы и перспективы: материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2 Ч. Ч. 1. Воронеж: ВИ ГПС МЧС России, 2012. 481 с.

В сборник включены материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Пожарная безопасность: проблемы и перспективы». Данная конференция состоялась 20 сентября 2012 г. на базе ФГБОУ ВПО Воронежский институт Государственной противопожарной службы МЧС России. В материалах рассматриваются актуальные вопросы и проблемы, связанные с обеспечением пожарной безопасности.

Сборник предназначен для научных работников, аспирантов, студентов, курсантов и специалистов по пожарной безопасности.

614.84 (063)
ББК 68.9я73

© Коллектив авторов, 2012.
© ВИ ГПС МЧС России, 2012.

Уважаемые коллеги, уважаемые гости!

Разрешите приветствовать вас на Второй Международной научно-практической конференции «Пожарная безопасность: проблемы и перспективы». Особо приятно отметить, что проведение сентябрьской конференции стало уже традицией для нашего вуза, более 100 специалистов из различных регионов России и Украины сегодня принимают очное и заочное участие в ее работе.

В рамках нашей сегодняшней встречи планируется изучение не только российского, но и зарубежного опыта обеспечения пожарной безопасности. Тематика мероприятия охватывает множество направлений: технологии обеспечения оперативно-служебной деятельности Государственной противопожарной службы и актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности; технологии тушения пожаров и спасения людей; технологии моделирования пожаров, вопросы подготовки специалистов в сфере пожарной безопасности, технологии контроля и прогнозирования свойств веществ, материалов и изделий; технологии гражданской защиты и системы пожарного мониторинга. Кроме того, в рамках конференции состоится круглый стол по проблемам сенсорики и тест-методам анализа.

Время ставит перед нами все более сложные задачи. Поэтому МЧС России постоянно развивается: расширяются направления деятельности, внедряются новейшие технологии проведения аварийно-спасательных работ, повышается техническая оснащенность служб, профессиональный уровень сотрудников. Изменения происходят и в отдельно взятом Воронежском институте ГПС МЧС России. Так, в этом году впервые во исполнение поручения Министра МЧС России в институте организовано обучения лиц с ограниченными физическими возможностями для дальнейшей их работы диспетчерами служб системы МЧС России, также впервые в вузе проведен набор студентов, обучающихся по специальности «Пожарная безопасность». Расширяются учебные площади института, укрепляется его материально-техническая база, увеличивается и штатная численность преподавателей, имеющих ученые степени и звания. Но для того чтобы идти вперед и развиваться, собственных знаний и умений не бывает достаточно: неопределимое значение для достижения этой цели имеет обмен накопленным опытом на научно-практических конференциях, позволяющий нам активизировать учебную, научно-исследовательскую и воспитательную работу, наполнить ее новым содержанием.

Выражаю благодарность всем присутствующим за участие в работе нашей конференции и активную помощь в подготовке ее материалов. Уверен, что работа конференции окажет положительное влияние на решение поставленных перед нами задач по подготовке высококвалифицированных специалистов для Государственной противопожарной службы МЧС России.

Спасибо за внимание.

Начальник ФГБОУ ВПО
Воронежский институт ГПС МЧС
России



Ю.Н. Зенин

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕСКРИПТОРОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

**Калач А.В., заместитель начальника института по науке, д.х.н., доцент;
Сорокина Ю.Н., доцент, к.т.н., доцент;
Карташова Т.В., доцент, к.х.н.
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Одним из перспективных направлений развития методов прогнозирования пожароопасных свойств органических соединений является применение расчетных методов, основанных на представлениях топологии и теории графов. Такие методы предполагают выполнение процедуры построения моделей, позволяющих на основе расчета дескрипторов устанавливать количественные корреляции «структура-свойство» в рядах выбранных соединений [1, 2].

В литературе имеются экспериментальные данные о пожароопасных свойствах большого количества органических веществ [3, 4]. Однако экспериментальное изучение пожароопасных свойств, как правило, сопряжено со значительными техническими трудностями, связанными с техникой измерения, наличием примесей в изучаемых образцах, возможной нестойкостью, токсичностью и агрессивностью веществ. В связи с этим актуальным является вопрос разработки расчетных методов исследования, позволяющих спрогнозировать пожароопасные свойства новых, еще не изученных веществ и выбрать из этих соединений те, которые удовлетворяют требованиям пожарной безопасности, установленным Федеральным законом.

Целью данной работы является изучение возможности применения метода расчета дескрипторов для прогнозирования пожароопасных свойств веществ на примере кислородсодержащих органических соединений. Объектами исследования являлись представители ряда альдегидов и алкилацетатов. Выбор указанных веществ обусловлен наличием литературных данных об их пожароопасных свойствах и применением этих соединений в производстве строительных и отделочных материалов.

Описание структур органических соединений проводили решением регрессионной задачи с помощью векторов. Такой способ анализа предполагает, что исследуемой химической структуре ставится в соответствие вектор молекулярных дескрипторов, каждый из которых представляет собой инвариант молекулярного графа. Изучение корреляций «структура-свойство» ведется через инварианты графа – топологические и геометрические индексы, которые включают информацию о размере и форме молекулы, о соединении атомов и структурных групп в ней и их взаимном расположении.

В работе произведен расчет дескрипторов, характеризующих особенности топологии, геометрии и электростатики молекул, и проанализирована закономерность их изменения в зависимости от пожароопасных свойств веществ.

В результате анализа установлено, что от строения молекул наибольшим образом зависят следующие дескрипторы: индексы Винера и Рандича, гравитационные индексы и площадь поверхности молекулы. Например, с увеличением длины углеводородного радикала молекулы наблюдается резкое возрастание значений топологического индекса Винера: в ряду альдегидов ($C_1 - C_{10}$) он изменяется от 2 до 220, а в ряду сложных эфиров – от 18 до 444.

Наличие в молекуле кратной связи не приводит к сколь либо заметному изменению дескрипторов. В тоже время присутствие в структуре молекулы ароматического кольца способствует снижению значений ряда дескрипторов, что особенно заметно проявляется в величинах топологических индексов.

В результате анализа показателей пожароопасности изученных альдегидов и алкилацетатов линейного строения установлено, что данные свойства зависят от длины углеводородного радикала и практически не зависят от наличия в структуре кратных связей. При этом ароматическая связь в молекуле обуславливает заметное увеличение температуры вспышки и самовоспламенения вещества, но уменьшение концентрационных пределов распространения пламени (КППП).

Таким образом, аналогичные закономерности в изменении значений дескрипторов и показателей пожароопасности органических соединений указывают на взаимосвязь между этими параметрами.

На основании проведенных исследований получены аппроксимационные уравнения (коэффициент корреляции $R^2 = 0,9$), позволяющие рассчитать температуру вспышки предельных альдегидов и алкилацетатов на основе данных о дескрипторах.

Для предельных альдегидов:

$$y = -58,7 - 0,36x_1 + 0,15x_2 - 0,07x_3 - - 2,14x_4 + 0,91x_5; \quad (1)$$

для алкилацетатов линейного строения:

$$y = -120 + 0,65x_1 - 0,4x_2 - 0,05x_3 ++ 3,20x_4 + 0,66x_5, \quad (2)$$

где y – температура вспышки; x_1 – гравитационный индекс (учитывает все связанные пары атомов); x_2 – гравитационный индекс (учитывает все пары атомов); x_3 – индекс Винера; x_4 – индекс Рандича; x_5 – площадь поверхности молекулы.

Среднее отклонение рассчитанных по уравнениям (1) и (2) значений температуры вспышки от справочных не превышает 10 %.

Аналогичный подход использован для получения уравнения, позволяющего рассчитать температуру вспышки ароматических карбоновых кислот, представителями гомологического ряда которых являются такие фармацевтические препараты, как салициловая

(2-гидроксibenзойная) кислота и ибупрофен (2-4-изобутилфенилпропановая кислота).

В результате анализа полученных значений дескрипторов установлено, что индекс Рандича для указанного класса органических соединений в зависимости от их строения изменяется несущественно. Для ароматических карбоновых кислот получено аппроксимационное уравнение вида

$$y = -230,6 - 0,76x_1 + 0,08x_2 - 0,48x_3 - 0,66x_4, \quad (3)$$

где y – температура вспышки; x_1 – гравитационный индекс (учитывает все связанные пары атомов); x_2 – гравитационный индекс (учитывает все пары атомов); x_3 – индекс Винера; x_4 – площадь поверхности молекулы.

Среднее отклонение рассчитанных по уравнению (3) значений температуры вспышки ароматических карбоновых кислот от справочных данных не превышает 5 %.

Полученные закономерности и уравнения носят общий характер и могут применяться для прогнозирования температуры вспышки рассмотренных классов кислородсодержащих органических соединений. Это позволяет эффективно использовать метод расчета дескрипторов при прогнозировании пожароопасных свойств фармацевтических препаратов, что является актуальным для обеспечения пожарной безопасности на фармацевтических предприятиях, оптовых базах и складах.

Список литературы

1. Боридко В.С. Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях (химическая технология) / диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.16 / Боридко Владимир Станиславович; [Место защиты: Моск. гос. академия тонкой хим. пром.]. – Москва, 2000. – 107с.
2. Девдариани Р.О. Новые топологические индексы в количественных соотношениях «структура-свойство» / диссертация ... кандидата химических наук : 02.00.03 / Девдариани Роберт Отарович; [Место защиты: МГУ им. Ломоносова]. – Москва, 1992. - 170с.
3. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник в 2-х ч. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Асс. "Пожнаука", 2004. Часть I. 713 с.
4. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник в 2-х ч. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Асс. "Пожнаука", 2004. Часть II. 774 с.

ИДЕАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ – ВАЖНЫЙ АСПЕКТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

**Д.В. Каргашилов, начальник кафедры,
Некрасов А.В., доцент кафедры, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Современный уровень развития промышленных технологий выдвигает жесткие требования к техническому оформлению процессов и предполагает комплексное решение, как технологических задач, так и вопросов автоматизации, пожаровзрывобезопасности, экологической безопасности, охраны труда.

Перспективное технологическое оборудование помимо качественного исполнения своих основных функций обязано быть восприимчивым к средствам обеспечения функций вспомогательных. Однако решение задачи согласования двух и более функциональных элементов технологической системы, процесс достаточно сложный.

Создание принципиально нового и проведение модернизации существующего оборудования возможно только на основе научно обоснованных принципов разработки технологического оборудования. В качестве общей базы для обоснования методов проектирования машин и аппаратов различного назначения может выступать принцип идеализации.

Сущность концепции идеального моделирования заключается в абстрагировании от известных технических решений и в формулировании идеальных требований к оборудованию, затрагивающих только его основные качества и свойства.

Декларирование принципов идеального решения проблемы не приводит к неременному созданию идеальной машины или идеального аппарата. Тем не менее, четкое формулирование конечных целей создает предпосылки для организации поиска конструктивного исполнения проектируемого оборудования, которое соответствовало бы уровню идеального решения данной проблемы.

Методика и приемы поиска идеальных решений таковы, что машины и аппараты, разработанные на базе узкоспециализированных моделей, удовлетворяют ряду требований, предъявляемых к моделям для смежного оборудования и в целом для технологической линии [1]. Более того, и что особенно важно, идеализированное решение технологических проблем создает предпосылки для решения сопутствующих важных задач, в частности, разработки оборудования, отвечающего требованиям системы предотвращения пожаров [2].

Предлагаемая концепция идеального моделирования была применена при разработке конструкций циклонов – наиболее распространенных аппаратов для инерционной очистки газовых выбросов от пыли. Основанием для выбора данного оборудования послужили основные

положения государственного стандарта [3], в котором говорится, что одним из основных факторов пожаровзрывоопасности циклонов, является наличие в его объеме взрывоопасной концентрации пыли.



Рис. 1. Модель идеального циклона

На рис. 1 представлена схема, подробно раскрывающая алгоритм поступательного движения от идеализированных требований к реальным конструкциям циклонов.

Анализ данной модели и поиск новых технических решений рассмотрим на примере. В качестве технического задания выдвинем условия – обеспечение минимального времени нахождения частиц пыли во взвешенном состоянии и предотвращение взвихривания осажденных частиц в части отвода очищенных газов, что обеспечит снижение количество пыли

в циклоне находящейся во взвешенном состоянии и обеспечит тем самым поддержание безопасной концентрации горючего вещества в среде окислителя.

Для реализации первого условия необходимо обеспечить минимальное время осаждения. Данное требование при постоянной скорости осаждения может быть выполнено за счет снижения пути, пройденного частицей пыли до стенки аппарата. Достичь этого можно изменением конфигурации корпуса аппарата, что реализовано в известных циклонах с коническим корпусом, или размещением в аппарате дополнительных конструктивных элементов.

Второе условие реализуется в случае обеспечения максимальной скорости вывода частиц из аппарата и минимального времени нахождения частиц в аппарате. Как видно из схемы, эти требования также могут быть достигнуты при использовании дополнительных конструктивных элементов.

Описанная совокупность требований, условий их достижения и технических решений не реализована в настоящее время конструктивно и требует проведения конструкторских и исследовательских работ.

Нами разработана конструкция циклона, являющаяся техническим воплощением отмеченных требований (рис. 2).

В корпусе циклона установлена вставка в форме винтовой поверхности, имеющая бортик со щелевыми улавливающими отверстиями. Бортик сокращает время осаждения частиц. Осевшие частицы пыли проходят через щелевые улавливающие отверстия и попадают на поверхность вставки. При этом бортик служит барьером, препятствующим взвихриванию частиц и их выносу из аппарата с выходящим газовым потоком. Наличие винтовой вставки также способствует увеличению скорости отвода частиц, как из зоны взвихривания, так и из аппарата. Так же винтовая вставка дополнительно препятствует обратному выносу за счет действия сил трения.

На конструкцию циклона подана заявка на изобретение, а выбор параметров вставки осуществляется на основе разработанной нами математической модели.

Рассмотренный пример подтверждает – концепция идеального моделирования позволяет выявить не реализованные направления совершенствования технологического оборудования.

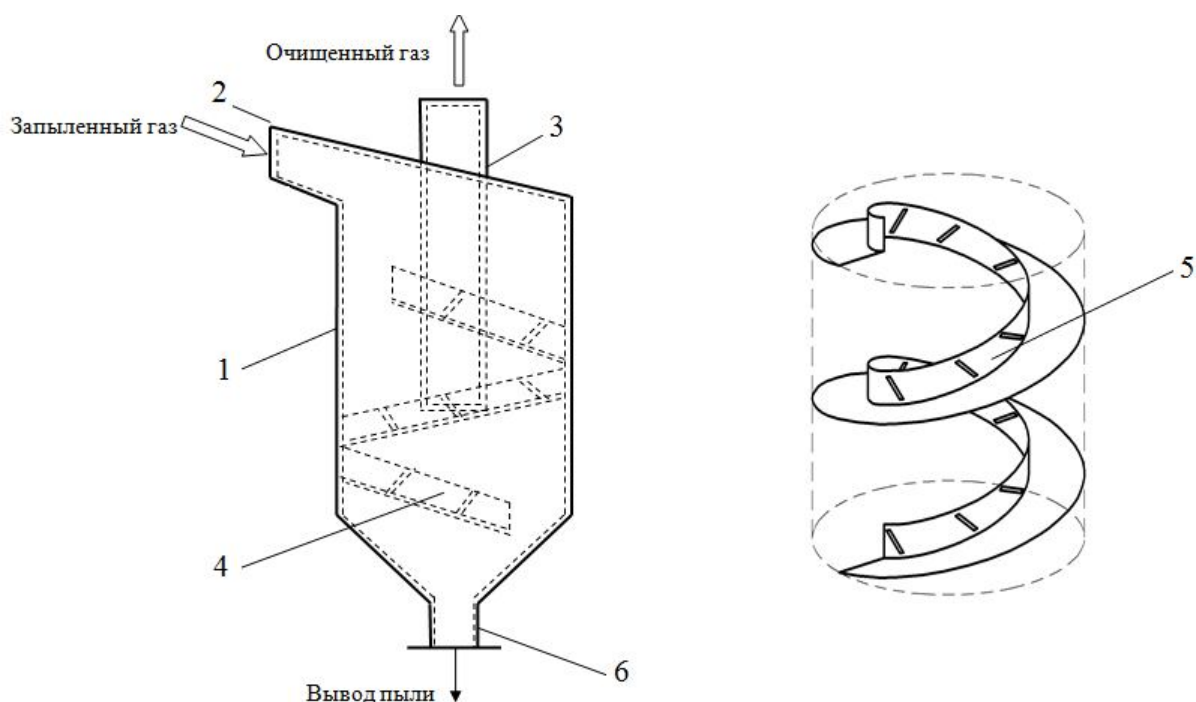


Рис. 2. Циклон, разработанный на основе идеальной модели
 1 – цилиндроконический корпус, 2 – входной патрубок, 3 – выходной патрубок,
 4 – вставку в форме винтовой поверхности, 5 – бортик со щелевидными улавливающими
 отверстиями, 6 – разгрузочный патрубок.

Основанная на данной концепции методика теоретических и экспериментальных исследований, а также конструкторских разработок технологического оборудования, будет направлена, как на обеспечение технологической эффективности, так и на повышение пожарной безопасности технологических процессов.

Список литературы

1. Некрасов А.В., Калач А.В., Исаев А.А. Идеальное моделирование – основа совершенствования системы противопожарной защиты предприятий// Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – № 9. – С. 31-34.
2. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.08.2008г. №123-ФЗ
3. ГОСТ 12.1.041-83 «Пожаровзрывобезопасность горючих пылей общие требования».

ПОЖАРНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ

**Рудаков О.Б., зав. кафедрой физики и химии, д.х.н., профессор
Воронежский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Воронеж**

Исаев А.А., начальник отдела,

Грошев Е.Н., начальник отдела,

ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж

Черепяхин А.М., аспирант

Хорохордина Е.А., доцент, к.х.н.

**Воронежский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Воронеж**

В современной аналитической лаборатории активно используют метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и экстракционные методы пробоподготовки. Для контроля качества продукции – химической, пищевой и др. (до 80% от всего ассортимента) могут быть использованы методы ВЭЖХ. Идет тенденция перехода на эти гибридные методы, сочетающие разделение компонентов и покомпонентный анализ различными детекторами. Часто на каждую методику анализа предусматривают применение 1 хроматографа, чтобы постоянно не менять настройку прибора и колонки. В результате в одном помещении может находиться несколько хроматографов, каждый из них в процессе эксплуатации ежедневно «потребляет» от 1 до 3 л органических растворителей из класса ЛВЖ. В лаборатории содержится, как правило, до 40-50 л резервного их количества. Поэтому актуальность обеспечения пожарной безопасности в сфере прикладной аналитики весьма высока. Вместе с тем, если лаборатория не является цеховой, т.е. не находится в производственном помещении, она в РФ официально не подлежит категорированию. С другой стороны, в результате эксплуатации нескольких хроматографов образуется ежедневно 1-5 л элюата – жидких отходов смешанных растворителей, которые требуют утилизации и представляют не только пожарную, но и экологическую опасность. ПДК в рабочей зоне многих растворителей для ВЭЖХ часто бывает $\leq 10-50$ мг/м³.

Целью работы было выявление факторов, позволяющих снизить пожаро-, взрыво- и экологическую опасность аналитических лабораторий, применяющих ВЭЖХ, и предложить пути их снижения.

Проведя расчеты избыточного давления взрыва для паров ЛВЖ по формуле (НПБ 105-95):

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{mZ}{V\rho} \cdot \frac{100}{C} \cdot \frac{1}{K}$$

где P_{\max} — максимальное P взрыва стехиометрической паровоздушной смеси в замкнутом объеме; P_0 — начальное давление, кПа; m — масса паров ЛВЖ, вышедших в результате расчетной аварии в помещение, кг; Z — коэффициент участия горючего во взрыве; V — свободный объем

помещения, м^3 ; ρ — плотность пара при расчетной температуре; C — стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ, % (об.); K — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения.

Установлено, что при испарении 1 кг ацетонитрила или гексана в лаборатории с $S=20 \text{ м}^2$ при возникновении аварийной ситуации может создаваться избыточное давление $>5 \text{ кПа}$, что позволяет отнести такие помещения к категории пожаровзрывоопасных (категории А и Б), для понижения категории помещения до пожароопасного (категории В1-В4) лабораторию даже с 1 прибором ВЭЖХ целесообразно размещать в помещениях, имеющих общую площадь не менее 40 м^2 при высоте 3 м.

В ВЭЖХ и экстракции чаще всего применяют смешанные растворители. Были изучены зависимости $T_{\text{ВСП}}$ водно-органических смесей от объемной доли воды (φ_1). Установлено, что они адекватно описываются полиномом 3-й степени (рис. 1): $T_{\text{ВСП}}=a\varphi_1^3+b\varphi_1^2+c\varphi_1+d$, где коэффициент d равен $T_{\text{ВСП}}$ модификатора. Для менее летучих и менее горючих модификаторов, чем ТГФ, наблюдается тенденция образования S-образных зависимостей: заметный рост $T_{\text{ВСП}}$ с увеличением доли воды до 0,2, слабый рост до 0,4 (40%) и последующее резкое возрастание при $\varphi_1>0,4$. Изучено также влияние состава бинарных органических смесей из гексана и активных модификаторов на $T_{\text{ВСП}}$ в открытом тигле. Эти смеси, с содержанием гексана $\varphi_1>0,5$, применяются в нормально-фазовой хроматографии и жидкостной экстракции гидрофобных соединений. Найдено, что зависимость $T_{\text{ВСП}}$ от состава этих смесей также адекватно описывается полиномом третьей степени (рис. 2), где φ_1 — объемная доля гексана. Найдено, что смеси по пожарной опасности при концентрации гексана $\varphi_1>0,5$ близки к чистому гексану. Только для системы гексан—ТГФ зависимость $T_{\text{ВСП}}=f(\varphi_1)$ проходит через максимум ($T_{\text{ВСП}} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$) в области близкой эквиобъемному составу $\varphi_1=0,4-0,5$. Для смеси гексан – ТГФ в этой области характерно явление азеотропии, когда состав жидкой и парообразной фазы одинаков и смесь кипит при температуре, ниже $T_{\text{кип}}$ чистых компонентов ($63 \text{ }^\circ\text{C}$), а значит парциальное давление паров обоих растворителей соизмеримо и достаточно высоко.

Между поверхностным натяжением и $T_{\text{ВСП}}$ смешанных сольвентов (табл. 1) установлена значимая линейная корреляция ($R>0,80$) (рис.3), т.е. наблюдается тренд, чем выше поверхностное натяжение, тем выше $T_{\text{ВСП}}$. Между $T_{\text{кип}}$ и $T_{\text{ВСП}}$, между поверхностным натяжением и $T_{\text{ВСП}}$ смешанных сольвентов значимых корреляций не обнаружили, можно говорить лишь о тенденции: чем больше натяжение, тем выше $T_{\text{кип}}$. Для индивидуальных растворителей значимая корреляция как $T_{\text{ВСП}}$ от поверхностного натяжения ($R=0,75$), так и между $T_{\text{кип}}$ и $T_{\text{ВСП}}$ ($R=0,87$) есть (рис. 4). Это говорит о том, что в смешанных растворителях неаддитивно изменяются свойства от состава, а на границе раздела фаз «жидкость – воздух» может наблюдаться градиент концентраций, т.е. более поверхностно активные вещества концентрируются на межфазной границе. Таким образом, $T_{\text{ВСП}}$ вспышки

лимитируется, прежде всего, наличием и концентрацией в сольвенте наиболее пожароопасного компонента.

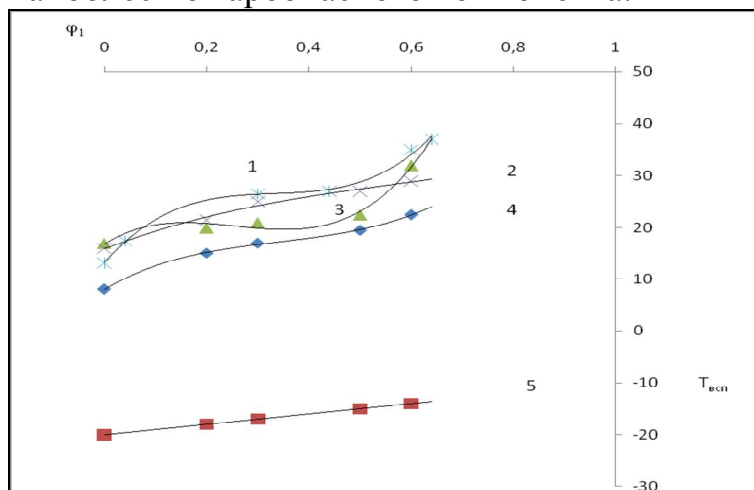


Рис. 1. Зависимость $T_{всп}$ смесей «органический растворитель – вода» от объемной доли воды:

- 1 – этанол;
- 2 – изопропанол; диоксан;
- 4 – ацетонитрил;
- 5 – ТГФ

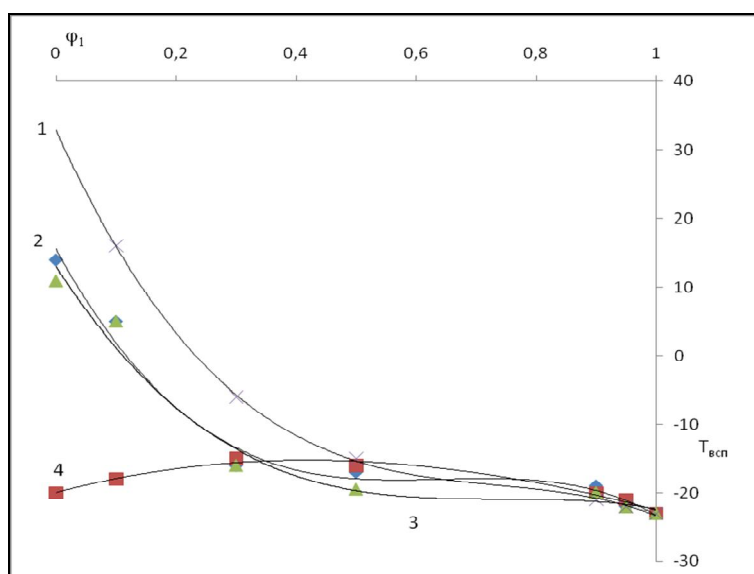


Рис. 2. Зависимость $T_{всп}$ смесей «органический растворитель – гексан» от объемной доли гексана:

- 1 – хлороформ;
- 2 – изопропанол;
- 3 – диоксан;
- 4 – ТГФ

Для количественной оценки характеристик общей безопасности и технического качества жидкостей создана база данных (БД) в оболочке MS Access и алгоритмы расчета обобщенных критериев и функций. В качестве обобщенного использовали критерий, который рассчитывают по формуле:

$$R_E = \sum_{i=1}^m a_i (x_i^s / x_i^w), \quad (1)$$

где R_E – критерий для s -го варианта решения, a_i – коэффициент веса для i -го показателя, x_i^s – величина i -го показателя для s -го варианта объекта, x_i^w – нормирующее значение для i -го показателя, m – количество показателей.

Применение обобщенных критериев, полученных из выражений типа (1), позволяет легко с помощью типового ПО проводить выборку объектов из БД и количественно их сопоставлять при заданных нормирующих значениях параметров и весовых коэффициентах.

Второй использованный нами алгоритм рейтинга растворителей основан на применении обобщенных целевых функций:

$$F_{об} = \sum_{k=1}^S \alpha_k \frac{F_k}{F_k^{норм}} \rightarrow \max, \quad (2)$$

где F_k – k -ая целевая функция, $F_k^{норм}$ – нормирующее значение k -ой целевой функции, α_k – коэффициент веса k -ой целевой функции.

При этом перед составляющими обобщенного критерия и целевой функции, которые максимизируются, в уравнении (1) и (2) ставится знак плюс, а перед минимизируемыми критериями и частными функциями – минус.

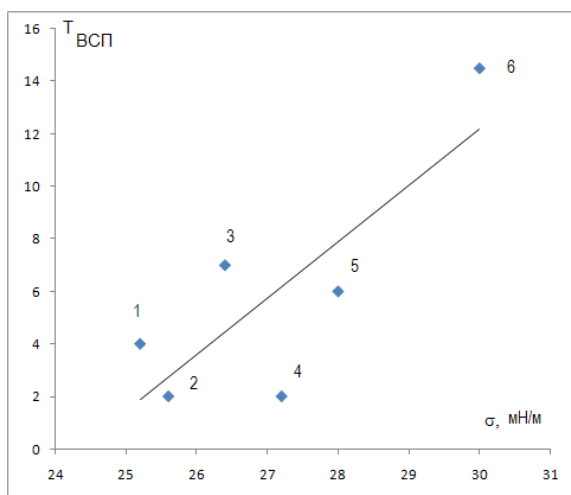


Рис.3. Зависимость $T_{всп}$ (C°) от поверхностного натяжения (σ) в открытом тигле:

- 1 - Растворитель Р-4;
- 2 - Разжижитель Р-5;
- 3 - Растворитель 645;
- 4 - Растворитель Р – 10;
- 5 - Разбавитель РДВ;
- 6 - Растворитель РС-1

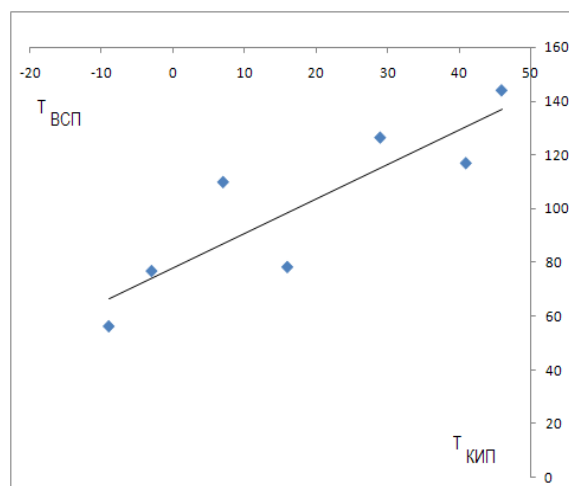


Рис. 4 Зависимость $T_{всп}$ от $T_{кип}$ индивидуальных растворителей

В результате обобщений собственных исследований и литературных данных выявлены основные параметры и правила, по которым предлагается находить оптимальные решения для конкретных аналитических лабораторий и установленных потребителем граничных условий, позволяющих минимизировать степень пожарной и экологической опасности лабораторных помещений (табл.). В созданной БД содержится информация о физико-химических и технико-эксплуатационных свойствах 100 растворителей, наиболее часто применяемых в аналитических лабораториях.

Таблица. Основные производственные правила для определения уровня пожарной опасности и эксплуатационных свойств растворителей

Параметр	Правило	Факторы
Температура кипения	Достаточно высокая	Для предотвращения: образования паровых пузырей, мешающих работе техники; изменения состава смеси из-за испарения низкокипящего компонента; образования токсичных паров и пожаровзрывоопасных воздушных смесей
Температура вспышки	Достаточно высокая	Для безопасности при использовании
Температура самовоспламенения	Достаточно высокая	Для безопасности при использовании
Избыточное давление взрыва	≤ 5 кПа на свободный объем	Для минимизации последствий взрыва при аварийной ситуации
Токсичность	Минимальная	Для обеспечения безопасности работ
Плотность	Достаточно высокая	Для снижения вероятности турбулентного типа потока
Давление насыщенного пара	Достаточно низкое	Для предотвращения образования токсичных паров выше уровня ПДК и пожаровзрывоопасных воздушных смесей
Вязкость	Достаточно низкая	Для обеспечения эффективной диффузии, массообмена, уменьшения давления в жидкостных насосах
Коэффициент проницаемости	Достаточно низкий	Для обеспечения эффективной диффузии и массообмена
Химическая стабильность и инертность	Максимальная	Для предотвращения химических реакций с кислородом воздуха и компонентами смеси, приводящих к повышению пожарной и взрывоопасности
Стоимость	Невысокая	Для снижения расходов на эксплуатацию
Совместимость с разбавителем	Максимальная	Для избегания расслоения растворов и помех в работе техники
Поверхностное натяжение	Достаточно высокое	Для уменьшения летучести
Диэлектрическая проницаемость	Достаточно низкая	Для уменьшения опасности поражения электрическим током при контакте раствора с источниками электропитания
Запах	Не резкий, не раздражающий	Для обеспечения комфортных условий работы
Молекулярная масса	Сравнительно высокая	Для уменьшения летучести
Наркотические свойства	Слабо выраженные или отсутствуют	Для безопасности при хранении и использовании

РЕОГРАНИЗАЦИЯ ГПС МЧС РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Скипский Г.А., доцент, к.и.н, доцент,
Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург**

Рост числа масштабных природных и техногенных пожаров и других чрезвычайных ситуаций показали необходимость создания в России новой организационно-управленческой структуры, позволяющей эффективно выполнять при чрезвычайных ситуациях не только пожарные, но и пожарно-спасательные функции в полном объеме аварийно-спасательных работ. Все это объективно подводило к необходимости модернизации ГПС и ее интеграции в систему территориальных и федеральных органов МЧС России.

В 2001 г. все ресурсы МЧС (учитывая подразделения войск гражданской обороны и РСЧС) насчитывали около 30 тыс. чел. С 1 января 2002 г. в систему МЧС вошли свыше 275 тыс. сотрудников ГПС МВД, а также 13687 единиц основной и 3067 единиц специальной пожарной техники. Тем не менее, через некоторое время начался процесс сокращения численности сотрудников ГПС, что обострило проблему дефицита кадров. При этом продолжала оставаться не решенной проблема модернизации пожарной техники и вооружения.

Самый реальный и быстрый способ преодоления дефицита кадров был в признании службы в органах и подразделениях ГПС альтернативой воинской службе. Но в 2004 г. по согласованию с Министерством обороны МЧС России приняло решение об отмене отсрочки от военной службы для сотрудников ГПС в возрасте от 18 до 27 лет. Это привело к тому, что средний возраст бойцов подразделений СПТ повысился до 38 лет уже в 2005 г. Данная тенденция продолжала нарастать и в последующие годы. Это обстоятельство означает, что к 2015 г. средний возраст бойцов в подразделениях СПТ превысит 45 лет, что означает массовое увольнение на пенсию и тотальный дефицит кадров. Решение руководства МЧС России в ближайшее время повысить предельный возраст службы для сотрудников ГПС до 50 лет лишь на некоторое время смягчит данную проблему, но принципиально ее не решит.

Стремление к оптимизации структур МЧС привело к тому, что в 2006 г. ГПС МЧС России была реорганизована на Федеральную государственную службу и муниципальную. Причем первая была спланирована численностью в 91 тыс. чел. Учитывая тот факт, что почти все субъекты Российской Федерации не являются состоятельными в финансовом и экономическом плане, можно было с уверенностью сказать, что перевод многих подразделений ГПС на баланс местных бюджетов спровоцировал массовый отток кадров. Ситуацию в МЧС оценили как критическую, и в 2009 г. министр МЧС России С.К. Шойгу признал необходимость отказа от такого

эксперимента и обозначил задачу по наращиванию численности федеральной группировки МЧС к 2012 г. до 250 тыс. чел.

Но эта программа была сорвана трагическими событиями «горящего» лета 2010 г. По официальным данным в 2010 г. огонь от лесных пожаров частично или полностью уничтожил 180 населенных пунктов и это только в нескольких субъектах РФ, где непосредственной организацией и руководством борьбой с лесными пожарами занимались подразделения МЧС. Летом 2010 г. в ходе массовых лесных пожаров погибло 70 человек, 3,5 тысячи семей остались без крова, на восстановление жилья погорельцам из федерального бюджета выделено более 11 млрд. руб. Основная часть ущерба и погибших пришлось именно на период после объявления ЧС и создания в субъектах значительных группировок сил ГО и ЧС. В целом, это больше чем суммарно сгорело деревень за последние 50 лет по всей России, включая памятный 1972 г. (тогда сгорело только 19 деревень) – период, когда работали профессиональные лесопожарные службы лесхозов и «Авиалесоохраны».

Решение руководства МЧС России по переходу на систему ОКСИОН с телефоном 112, формирование единой базы данных, подготовка диспетчеров и использование режима он-лайн в принципе было оптимальным. Эта система призвана ускорить процесс принятия решения, поскольку позволяет постоянно отслеживать ситуацию и оптимально рассчитывать силы и средства, необходимые на преодоление пожаров и их последствий. Но уже 20 мая 2011 года вице-премьер Сергей Иванов заявил о том, что план работ по переходу российских экстренных служб на один телефонный номер был сорван. Координация работ была возложена на МЧС России.

Дело в том, что главы регионов либо неадекватно отреагировали на необходимость создания новой системы оповещения, либо в местных бюджетах не нашлось необходимых средств на переход к системе ОКСИОН. Это означало, что во многих регионах новая система оповещения долгое время еще не будет сформирована. Как сообщают руководители регионов (12 апреля 2012 г. на селекторном совещании, в Псковской области) это станет возможным только к 2016 - 2017 гг.

Низкая оперативность местных властей, отсутствие постоянных расстояния до ближайшей пожарной части пожарных гарнизонов в массе населенных пунктов России, огромные расстояния – все эти проблемы являются хроническими, особенно для Сибири и Дальнего Востока. Тем не менее, после 2010 г. в МЧС России формируется новая концепция модернизации противопожарной службы. Теперь основная ставка сделана на значительное увеличение численности добровольных пожарных дружин. Численность добровольных пожарных формирований предполагается увеличить до 720 тыс. чел. уже в 2014 г.

Однако развитие ДПО тормозит несовершенство правовой базы, которое проявляется в том, что не оговаривается, как и в каких размерах будут выплачиваться компенсации участникам ДПО, в том числе и тем, кто

занимается индивидуальной трудовой деятельностью (а таковых граждан немало, особенно в сельской местности). Монетизация льгот лишает реальных преимуществ для граждан, задействованных в данной организации на добровольной основе. В то же время в рамках проводимой государством политики монетизации льгот, учреждение льгот для членов ВДПО является противоречащим всей социальной политике современного российского правительства.

Фактически на безвозмездной основе мало кто будет вступать в ряды ВДПО, а административное принуждение местных властей привело лишь к формализации добровольческого движения. Например, за первую декаду апреля 2012 г. из 300 крупных пожаров в Забайкальском крае добровольными пожарными дружинами было самостоятельно потушено только 2 пожара, и 6 пожаров при поддержке подразделений ГПС МЧС России.

Предполагается, что в отношении лесного хозяйства страны необходимо срочно ужесточить требования к собственникам и арендаторам леса в сфере пожарной безопасности, например в обязательном порядке, обязать заключать договоры с специально созданными для целей профилактики и пожаротушения подразделениями, на весь пожароопасный период, а не на частный лесной пожар. Для создания таких подразделений можно использовать опыт прошлых лет, создавать подразделения по образцу пожарно-химических станций, только на частной основе, сертификацию и лицензирование которых необходимо оставить в сфере государственных органов, или отдать в ведение ВДПО.

При действительно небольших затратах материальных и людских резервов будет создана эффективная система, располагающая мобильными силами и средствами, пригодными и обученными ведению действиям по ликвидации возгораний в лесах. Такие организации будут также материально заинтересованы в профилактике возгораний в лесах, так как они будут получать денежные средства за весь пожароопасный период в целом, а не за частный пожар.

Список литературы

1. Официальный сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: [Электронный ресурс] URL: <http://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения 18.08.2011)
2. Свободная энциклопедия. [Электронный ресурс] URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 20.07.2011)

СОЦИАЛЬНОЕ ПАРТНЕРСТВО ВУЗА СО СФЕРОЙ ТРУДА КАК ЭЛЕМЕНТ НОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПАРАДИГМЫ

**Квасова Л.В., профессор, д.т.н., профессор,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

В связи с переходом на стандарты третьего поколения и двухуровневую систему подготовки специалистов обостряется проблема сопряжения полученных компетенций на выходе специалистов из вуза и реальными потребностями сферы труда. Этому обстоятельству способствовало то, что до сегодняшнего времени действовали стандарты 2000 года (еще 4 года будет происходить переход на новые), а за 14 последних лет модернизации экономики страны и предприятий в сфере наукоемких производств произошли колоссальные перемены. Для решения задач инновационной реорганизации и внедрения высоких технологий гражданские вузы в соответствии с последними реформами высшей школы подготовят бакалавров. К сожалению, новые стандарты сократили время подготовки специалиста первой ступени высшего образования на один год и не подверглись существенному содержательному обновлению, которое способствовало бы устранению информационной пропасти между вузом и сферой труда. Те учебные заведения, которые остались на специалитете, модернизируют учебные планы не столько с учетом новых потребностей, сколько с целью преломления их в соответствии с имеющимися возможностями своих кадров. Работодатели вынуждены будут вновь терять время и вкладывать значительные средства в «доводку» специалистов, что ни в какой мере не отвечает потребности в возрастании темпов модернизации в связи с тенденцией ужесточения конкуренции, ибо потеря темпов развития и отставание чревата вытеснением с рынка и банкротством.

Особую актуальность эта проблема приобретает в сфере профессий, сопряженных с деятельностью в чрезвычайных ситуациях и спасением людей. В этой сфере упущенное время меряется ценой человеческих жизней и масштабом материальных и природных разрушений.

На практике, к сожалению, общество столкнулось с тем, что выпускники вузов даже при условии отличных знаний по всем предметам не способны в короткий период времени включаться эффективно в трудовую деятельность. Эта ситуация не является временным кризисом, поскольку существует ряд противоречий, которые всегда будут мешать эффективному взаимодействию этих двух сфер. К ним следует отнести: противоречие между необходимостью готовить специалиста по стандартам и потребностью сферы труда в уникальных, отвечающих специфике конкретной деятельности профессионалов; противоречие между все большими временными затратами на освоение наук, которые по мере накопления знаний усложняются, и уменьшением периода «полураспада» квалификации в связи с ускорением темпов устаревания техники и

технологий; противоречие между потребностью привлечения молодых кадров и реально большим количеством работающих пожилого и пенсионного возраста и др.

В этом плане интересен опыт промышленно развитых стран Запада, США и Японии, которые различными путями решали проблему отставания образовательных стандартов высшей школы от реальных потребностей сферы труда.

В отчете, составленном для Американского министерства труда, отмечается, что более 40 % трудящихся в США посещают курсы обучения на предприятиях. В целом отмечается, что в США ежегодно ассигнуется более 30 млрд. долларов на послевузовское обучение (треть того, что ассигнуется на среднее образование в формальной образовательной системе).

В Японии более 80 % трудящихся охвачены различными формами обучения, организуемого в основном на предприятиях или других профессиональных структурах. Реальная периодичность повышения квалификации руководителей и специалистов составляет 7-8 лет в нашей стране, в то время как в Западной Европе и Японии – 3-5 лет. При этом необходимо учитывать ускоряющуюся динамику изменений квалификационных признаков с одной стороны, связанных с внедрением новых технологий, а с другой с тем, что ряд профессиональных сфер труда переживает значительные структурные преобразования. Ряд фирм в области предпринимательства, связанного с риском, или в области классических отраслей переходят на систему параллельного владения несколькими профессиями. Это ведет к диверсифицированным требованиям к квалификации работников. Диверсификация квалификаций происходит посредством приобретения дополнительных компетенций. Лидирующее положение здесь имеют сопряженные с основной профессией знания экономики и бухучета, юриспруденции, компьютерных технологий и иностранных языков. При этом важно различать формальную степень образования и реальный уровень образованности и развития человека на этой ступени. Так среди основных профессиональных затруднений работников сферы пожарной безопасности являются недостаточные компетенции по правовым аспектам, по вопросам принципа работы различных электронных приборов оповещения нового поколения, специфики технологий пожаротушения в объектах большого скопления людей, специфики действий на объектах большой энергетической мощности, лесных массивах, а также нехватка знаний в области химии и химических процессов при использовании средств борьбы с огнем нового поколения и др. Системы пожарной безопасности постоянно развиваются и совершенствуются. Появляются новые алгоритмы и способы раннего обнаружения пожара. Большие усилия разработчиков направлены на уменьшение ложных срабатываний. Логичным результатом исследований и работ по этим направлениям стало появление мультисенсорных пожарных оповещателей, принципы работы которых необходимо знать для

правильного принятия решения рациональной их установки. Это направление исследований будет продолжать развиваться, равно как и разработка новых моделей пожарных машин (ПА) модульного принципа, достаточно давно и успешно применяемых за рубежом. Новизна идеи заключается в том, что в процессе изготовления ПА строится из ряда модулей, функционально и компоновочно связанных между собой и имеющих идентичные присоединительные размеры. С помощью ограниченной номенклатуры модулей можно существенно трансформировать свойства ПА, а в случае надобности путем переконфигурации легко перестроить его на ремонтно-восстановительной базе заказчика. Можно предположить появление в будущем новых модулей, расширяющих возможности пожарных машин, а, следовательно и потребность кадров в переподготовке для работы на них. Характерной особенностью новой специфики труда становится появление новых трудовых функций в пределах прежних обязанностей.

Посредством переквалификации учебные центры и вузы помогают специалистам переходить к выполнению новых трудовых функций. При этом считается, что более выгодной будет переквалификация собственных работников, чем прием новых. Например, фирма «IBM» ежегодно выделяет на развитие системы повышения квалификации более 750 млн. долларов, причем часть (30-35 %) предназначается на переквалификацию собственных работников. Сегодня вопрос ставится о том, что предприятия не могут принимать на работу выпускников учебных заведений без дополнительного их обучения. Фирма «Техас Инструментс» готовит работников для конструирования (инженеров – конструкторов) с применением компьютера таким образом, что направляет его сроком на один год на дневное отделение высшего учебного заведения, причем заработная плата сохраняется полностью, затем на следующий год работник частично работает, а частично обучается и лишь после 2-2,5 лет работник приобретает квалификацию в собственной профессии.

Такая форма «доводки» специалиста обусловлена тем, что фирмы не рискуют допустить молодого специалиста сразу к работе на высокотехнологичном и дорогостоящем оборудовании. В сфере опасных профессий такой подход был бы тем более рациональным и мотивированным, поскольку здесь на первое место выходит фактор разумного управления человеческим ресурсом. Человеческий фактор в условиях чрезвычайных ситуаций играет первостепенную роль, поскольку речь здесь идет не только о качественной профессиональной подготовке, но и о таких составляющих этой группы профессий как умение работать с перегрузкой, умение работать в условиях ограниченных ресурсов, умение работать в команде, стрессоустойчивость, быстрая реакция и другие.

Вышеописанные тенденции изменений в сфере труда все более активно проникают в сферу профессий, связанных с риском и действиями в чрезвычайных ситуациях.

Обратимся к зарубежному опыту решения этой проблемы. Проблема увязки потребностей в квалифицированных работниках с их ресурсами в экономически развитых странах решается тремя возможными путями:

1. Японский путь, когда работодателя интересует не профессия будущего работника согласно его диплому, а его адаптивность. В процессе обучения на предприятии работник получает квалификацию, а поскольку здесь действует система ротации кадров, то постепенно осваивая ряд профессий, работник получает многопрофессиональную подготовку.

2. Путь развитых экономик стран Западной Европы, когда работник совершенствует свою квалификацию, продолжая обучение на курсах, связанных с его профессией. Многопрофессиональная подготовка ведется на протяжении всего периода его подготовки в формализованной системе обучения и в системе обучения на предприятии или другой профессиональной структуре.

3. Путь, по которому пошел ряд других развитых капиталистических стран, заключается в увязке формальной системы образования и системы последующего обучения, расходы на которое выделяются в основном из государственного бюджета. Основная цель такой подготовки - достижение высокой адаптивности к изменяющемуся рынку труда и новым требованиям профессиональной сферы.

Одним из путей обеспечения рационального сочетания организационных, дидактических и экономических факторов является использование современных активных образовательных и, прежде всего, новых информационных технологий (автоматизированные обучающие, экспертно-обучающие системы, дистанционное обучение) для системы повышения квалификации, что позволяет осуществлять принятие грамотных управленческих решений по формированию содержания обучения.

Какие можно сделать прогнозы развития этой ситуации? Где пути преодоления информационной лакуны между вузом и сферой труда? Что происходит у нас в стране?

Изменился подход к этой проблеме. Многие предприятия и военные структуры рассматривают затраты на подготовку и переподготовку специалистов в качестве важного элемента инвестиционных мероприятий. Бюджетная сфера (военные структуры, подразделения МЧС в том числе) подтягивается к лучшим промышленным наработкам и пытается создать и расширить диапазон внебюджетной деятельности с целью привлечения средств для повышения качества образовательного процесса. При этом сегодня пока периодичность повышения квалификации рабочих в отраслях промышленности в России возросла до 5- 10 лет, в то время как на предприятиях стран с развитой рыночной экономикой она составляет 3-6 лет, не считая всякие другие формы постоянного трейнинга. Такие достижения не могут удовлетворять сферу профессиональной деятельности людей в условиях чрезвычайных ситуаций. Отсутствие современных знаний и неиспользование инновационных технологий в борьбе с пожарами и предотвращении опасных ситуаций приводит в

последующем к затратам государства, многократно превышающим инвестиции в систему повышения квалификации сотрудников данной сферы, при этом экономическими показателями невозможно измерить важность спасения людей и сохранения их жизней.

Решение проблемы можно предложить в виде последовательного осуществления следующих шагов:

1. Интеграция потенциала и педагогического опыта высшей школы с неограниченными ресурсными возможностями сферы труда в виде рационально- управляемой внутриотраслевой системы повышения квалификации специалистов. Нами была разработана и предложена модель внутрифирменной системы повышения квалификации как инвариантная в плане системообразующих элементов, вариативными компонентами которой обозначены педагогические обучающие технологии, модели и алгоритмы оптимизации процесса обучения с учетом реальных ограничений и возможностей профессиональных структур

2. В условиях периферийных по отношению к вузу образовательных системах при отсутствии возможности полнообъемного привлечения педагогических кадров и необходимости быстрого реагирования на изменяющиеся условия труда возрастает роль информационных средств обучения и своевременность принятия грамотных управленческих решений по организации учебного процесса.

3. Развитие на базе высших учебных заведений специальных факультетов по переподготовке и повышению квалификации, работающих не только «вдогонку», но и на опережение потребностей.

В новом понимании образование можно оценивать в двух аспектах: аспекте количественном (формализованном) и аспекте качественном (информационная насыщенность). Возникает новое отношение к самому понятию квалификации, которую уже нельзя рассматривать как сбалансированное статическое отношение определенного состояния и уровня подготовки специалиста к определенному моменту. Ее следует расценивать как динамический процесс, точные контуры которого определить невозможно. Решающим здесь будет определение направлений развития и процессов изменений. Многообразие развития различных сфер применения труда требует быстрых изменений потребности в квалифицированных работниках, причем изменений не только количественных, но и качественных. В связи с этим необходимо, чтобы квалифицированные работники были способны адаптироваться к быстро изменяющимся общественным потребностям. Предсказание будущего развития квалификации тем самым будет носить не характер баланса, а характер определения основных тенденций развития.

Резкое ускорение процесса появления новых знаний и технологий во всех областях науки и практики и закономерное «моральное» устаревание прежней информации требуют инновационного понимания целей, содержания и форм организации образовательного процесса. Еще в начале 80-х годов в литературе появилось понятие периода «полураспада»

профессиональной компетенции специалиста, длительность которого по оценкам экспертов непрерывно сокращается. И если в 80-х годах главным направлением борьбы за научно-технический прогресс считалось преодоление морального устаревания техники, то сейчас важнейшим средством обеспечения прогресса во всех областях профессиональной деятельности становится работа по устранению морального износа знаний, который ежегодно в наукоемких отраслях промышленности (компьютеры, аудио- и видеотехника, мобильные средства связи, программное обеспечение) достигает 15-20 % [232].

Поэтому, если в 30-х годах базового образования «хватало» специалистам практически на весь период их трудовой деятельности, то сегодня, вследствие ускоряющихся темпов смены техники, технологии, систем организации всех сфер профессиональной деятельности, специалисту необходимо не только следить за всеми изменениями в своей и в смежных областях деятельности, но регулярно (от 7 до 10 раз за весь период трудовой деятельности) проходить различные по интенсивности курсы повышения квалификации или переподготовки.

Новая, современная парадигма образования заставляет по-новому осмыслить те социально-экономические условия, которые объективно меняют как институализированную систему образования и формы взаимодействия ее компонентов, так и социальные позиции ее непосредственных субъектов с учетом их последующего профессионального роста. Поэтому так важно сейчас, понимая закономерное изменение целей общего и профессионального образования, своевременно вносить существенные коррективы в задачи, содержание и методы обучения и воспитания будущих специалистов.

Список литературы

1. Арнаут В.В. Опыт инновационно-моделирующей деятельности по проектированию образовательных процессов // Педагогика. 1998. № 1.
2. Байденко В.И., Глазунов А.Г., Зуев Б.М., Козырев В.И. Образование в России: Современное состояние и пути обновления: Доклад Всемирному банку. М., 1995.
3. Болотов В.А., Сериков В.В. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе // Педагогика, 2003. №10.
4. Галямина И.Г. Проектирование государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования нового поколения с использованием компетентностного подхода. М.: ИЦПКПС, 2005.
5. Квасова Л.В., Константинова В.В. Методы принятия управленческих решений при рационализации структуры повышения квалификации // Интеллектуализация управления в социальных и экономических системах: Тр. Всерос. конф. Воронеж, 2003.
6. Квасова Л.В., Константинова В.В., Фролов В.Н. Рациональный выбор программы подготовки по направлениям системы повышения квалификации

персонала фирмы // Система управления и информационные технологии: научно-технический журнал. Москва – Воронеж, 2006 №4(26).

7. Жуковская З.Д., Квасова Л.В., Фролов В.Н. Деятельность вуза по организации внутрифирменной системы повышения квалификации специалистов в контексте непрерывного профессионального образования // М.: Высшее образование в России, № 8, 2007.

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ПРЕДЕЛОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ В АДИАБАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**Лопанов А.Н., заведующий кафедрой, д.т.н., профессор,
Фанина Е.А., доцент, к.т.н.**

**Нестерова Н.В., профессор, д.т.н.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород**

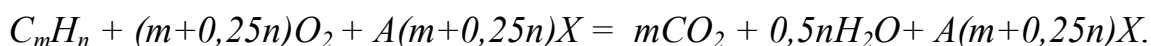
Концентрационные пределы распространения пламени (КПРП) – важнейшие характеристики пожарной и взрывной опасности веществ, поэтому моделирование указанных параметров является актуальной задачей технологии пожаровзрывозащиты. Следует отметить, что методологические аспекты расчета КПРП проработаны не полностью и представлены, в основном, полуэмпирическими моделями [1-3].

Цель представленной работы – разработка феноменологической модели расчета КПРП в адиабатических условиях. Алгоритм моделирования позволит осуществлять прогноз пожарной и взрывной опасности сложных по составу горючих смесей с учетом тепловых потерь процессов горения, т.е. построить реальную модель распространения пламени.

Нами рассмотрена модель распространения пламени в адиабатических условиях. Предположим, в объеме сосуда возникает локальный участок с температурой, при которой происходит устойчивое распространение пламени по объему сосуда. Как правило, эта температура не должна быть ниже температуры потухания горючего вещества, равной для большинства углеводородов 1200–1500 К. Следовательно, в условиях устойчивого распространения пламени по объему на фронте пламени должна поддерживаться указанная температура.

Процедура расчета заключается в том, что на основе формальной схемы процесса горения определяют все компоненты – состав продуктов реакции и исходных веществ. Рассчитывая адиабатическую температуру [4], количество выделяющейся теплоты, теплоемкости продуктов реакции составляют тепловой баланс процесса и проводят расчет КПРП. Алгоритм позволяет проводить расчет и в присутствии флегматизаторов различной природы.

1. Запишем формальную схему процесса горения углеводорода C_mH_n в присутствии инертного разбавителя X , не участвующего в процессе горения в условиях избытка окислителя:



Здесь m, n – количество атомов углерода, водорода в молекуле горючего вещества, X – инертный разбавитель (в частном случае это может быть азот); A – число молей инертного разбавителя, приходящего на 1 моль кислорода (для воздуха $A=3,76$).

2. Составим уравнение теплового баланса. При определении нижнего концентрационного предела распространения пламени уравнение теплового баланса (горючее вещество в недостатке) имеет следующий вид:

$$\frac{a \cdot \Delta H}{\Delta T} = \left[amC_p^{CO_2} + 0,5anC_p^{H_2O} + C_p^{O_2} \frac{1}{1+A} - a(m+0,25n + \frac{1}{1+A})C_p^{O_2} + C_p^X \frac{A}{1+A} - C_p^X \frac{aA}{1+A} \right].$$

Здесь ΔH – низшая теплота сгорания углеводорода в соответствии с формальной схемой, ΔT – разница между температурой потухания пламени и начальной температурой газовой смеси (~ 1200 К).

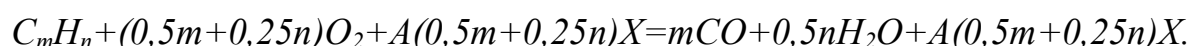
3. Из уравнения теплового баланса определим нижний концентрационный предел распространения пламени (об. %):

$$a = \frac{\left(C_p^X \frac{A}{1+A} + C_p^{O_2} \frac{1}{1+A} \right) 100}{\frac{|\Delta H^{CO_2}|}{\Delta T} - mC_p^{CO_2} - 0,5nC_p^{H_2O} + (m+0,25n + \frac{1}{1+A})C_p^{O_2} + C_p^X \frac{A}{1+A}}.$$

Анализируя уравнение, отметим, что в случае применения флегматизатора с теплоемкостью, близкой к теплоемкости окислителя, нижний концентрационный предел распространения пламени практически не зависит от концентрации флегматизатора:

$$C_p^X \approx C_p^{O_2}; \quad a \approx \frac{100 \cdot C_p^{O_2}}{\frac{|\Delta H|}{\Delta T} - mC_p^{CO_2} - 0,5nC_p^{H_2O} + (m+0,25n+1)C_p^{O_2}}.$$

Для расчета верхнего концентрационного предела распространения пламени формальная схема процесса отображается следующим образом:



Предполагаем, что при недостатке окислителя процесс горения сопровождается образованием оксида углерода (II). Запишем уравнение теплового баланса и проведем расчет верхнего концентрационного предела распространения пламени по формуле:

$$a = \left[1 - \frac{C_p^{C_m H_n} (1+A)(0,5m+0,25n)}{\frac{\Delta H^{CO}}{\Delta T} - mC_p^{CO} - 0,5nC_p^{H_2O} - A(0,5m+0,25n)C_p^X + (1+A)(0,5m+0,25n)C_p^{C_m H_n}} \right] \cdot 100.$$

Так как теплоемкости кислорода и азота близки (34, 32 Дж/мольград при $T=1500$ К), то значения НКПР отличаются незначительно как для кислорода, так и для смеси кислорода с азотом – воздуха, табл.

Таблица

Расчеты КППР в адиабатических условиях

Вещество	Расчетные значения КПП,%(об.). Кислород/воздух		Экспериментальные значения КПП, % (об.). Кислород/воздух	
	Нижний	Верхний	Нижний	Верхний
Метан	5,3/5,3	66/20	5,1/5,28	61/14,1
Этан	2,3/2,4	69/19	3,0/2,9	66/15
Пропан	1,8/1,9	59/11	2,3/2,3	55/9,4
<i>n</i> -Бутан	1,4/1,5	53/10	1,8/1,8	49/9,1
<i>n</i> -Пентан	1,1/1,2	48/8,5	1,47/1,47	45/7,7

Расхождение расчета и эксперимента может быть вызвано несколькими причинами. Во-первых, расчет проведен для адиабатических условий при отсутствии тепловых потерь в системе. Во-вторых, в формальной схеме процесса не учтены все продукты реакции. Вероятно, что при недостатке окислителя в системе происходит образование не только оксида углерода (II), а также образуется оксид углерода (IV), что не учитывается в формальной схеме течения реакции.

Применяя различные методы моделирования, используя термодинамические свойства горючего вещества и окислителя, нами создана достаточно точная адекватная модель автоматизированного расчета концентрационных пределов распространения пламени.

Список литературы

1. Марков В. Ф., Маскаева Л. И., Миронов М. П., Пазникова С. Н. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей образовательных учреждений МЧС России /под Ред. В.Ф. Маркова. Екатеринбург: УрО РАН. – 2009. – 274 с.
2. Тербнев В. В., Артемьев Н. С. Корольченко В. А. и др. Противопожарная защита и тушение пожаров. Промышленные здания и сооружения. Уч. пособие. Кн.2. М.: Пожнаука. – 2006. – 202 с.
3. Лопанов А.Н. Физико-химические основы теории горения и взрыва: учебное пособие / А.Н. Лопанов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 149 с.
4. Лопанов А.Н., Фанина Е.А. Методологические аспекты расчета адиабатической температуры критических процессов // Вектор науки ТГУ. - № 3 (17). – 2011. – С.25-27.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

**Андронов В.А.,
проректор по научной работе, д.т.н., профессор,
Национальный университет гражданской защиты Украины, Харьков,
Украина**

Синтетические органические полимеры в современной жизни человека приобретают все большее значение. Несмотря на то, что они горючи по определению, их внедрение в область пожарной безопасности и огнезащиты различного назначения развивается очень бурно и в мире и в Украине. Как показала практика использования огнезащитных покрытий в Украине на протяжении последних 10-15 лет, покрытия на основе синтетических органических полимеров – это одно из наиболее эффективных средств защиты строительных конструкций от пожаров и связанных с ними чрезвычайных ситуаций.

Гарантийный срок службы или долговечность огнезащитного покрытия в условиях эксплуатации напрямую связан со сроком эксплуатации самих зданий и сооружений. Отечественные и зарубежные производители, указывая срок службы материала в технических условиях, чаще всего «завышают» этот показатель. Проверить же при сертификации в Украине правдоподобность этих данных не представляется возможным. И здесь можно назвать несколько причин. Во-первых, в Украине до сих пор не существует нормативного документа для единой оценки продолжительности сохранения полимерным покрытием огнезащитной эффективности. Во-вторых, проведение экспериментальных испытаний, которые учитывали бы все факторы внешнего воздействия, а также их интенсивность во время эксплуатации покрытия – это дорогостоящее исследование, требующее значительных временных затрат. И, в-третьих, для проведения эксперимента необходимы четкие и однозначные рецептуры исследуемых материалов, которые очень часто не разглашаются, особенно зарубежными разработчиками. Таким образом, можно считать, что современные огнезащитные полимерные материалы, применяемые в Украине, с точки зрения их долговечности используются «вслепую». На наш взгляд, когда речь идет о жизни и здоровье людей, такой «безответственный» подход неприемлем.

Поэтому актуальной задачей является создание национального украинского нормативного документа для единой комплексной оценки продолжительности сохранения полимерным покрытием огнезащитной эффективности, который должен быть основан на комплексном общем подходе к процессам, протекающим с покрытием в процессе эксплуатации. Сложность заключается в том, что общее свойство у рассматриваемого класса огнезащитных покрытий только одно – они созданы на основе полимеров. Механизмы и химизмы огнезащитного действия в разных

покрытиях принципиально различные. В связи с этим существуют трудногорючие, трудновоспламеняемые, самозатухающие, теплостойкие, интумесцентные или вспучивающиеся огнезащитные полимерные покрытия, существенно отличающиеся друг от друга химической природой соединений, обеспечивающих огнезащитное действие. В отличие от долговечности пластмасс, резин и других конструкционных материалов долговечность полимерного покрытия в большинстве случаев характеризуется не только изменением свойств и состояния полимерного (органического) слоя, но и состоянием подложки, которое обычно оценивается по степени развития коррозионного процесса на подложке или по изменению адгезионных характеристик покрытия.

Опираясь на результаты экспериментов, проведенных отечественными и зарубежными исследователями, можно выделить основные процессы, приводящие к потере покрытиями огнезащитных и других характеристик в процессе эксплуатации: химические процессы в покрытии, в том числе на поверхности наполнителей, являющиеся результатом диффузии внешних реагентов (воды, кислорода, активных газов, растворов кислот, оснований, солей) и активизирующих их факторов (солнечное излучение, температура и др.); фотохимические процессы в покрытии, протекающие под воздействием солнечного излучения и тепла; физико-химические процессы в покрытии, приводящие к структурным изменениям за счет активации сегментальной подвижности полимерных цепей солнечным излучением и температурой; электрохимические процессы, протекающие в зоне адгезионного контакта (в случае металлической или железобетонной подложки); биохимические процессы, являющиеся результатом биологического повреждения (грибами, бактериями или продуктами их жизнедеятельности) компонентов покрытия.

Таким образом, можно утверждать, что долговечность и сроки службы огнезащитных полимерных покрытий в процессе эксплуатации будут определяться следующими тремя видами процессов:

- 1) процессами в полимерной матрице с потерей технологических, прочностных и других эксплуатационных свойств;
- 2) процессами с участием антипиренов и веществ, обеспечивающих огнезащитную эффективность с потерей огнезащитных свойств;
- 3) процессами в зоне адгезионного контакта с потерей адгезионно-прочностных свойств.

Для определения сроков службы и долговечности огнезащитных полимерных покрытий используются два независимых подхода: ускоренные климатические испытания [1,2] и испытания в условиях эксплуатации (натурные). На основе экспериментальных данных определяется скорость уменьшения огнезащитных характеристик и экстраполяцией на шкалу времени находится предельный срок, когда покрытие полностью теряет огнезащитную эффективность.

Алгоритм испытаний обычно основан на определении изменения огнезащитных характеристик во время экспозиции образцов в определенных условиях эксплуатации. При этом не учитывается интенсивность и

механизмы воздействия внешних реагентов и факторов (температуры, излучения, влажности и т.д.). Авторы [3] полагают, что для учета всех факторов, влияющих на интенсивность уменьшения сроков службы покрытия (разрушения) необходимо методом ускоренных испытаний установить реальное состояние вышедшего из строя покрытия, а также ввести допущение, что относительные скорости разрушения при ускоренных испытаниях и при испытаниях в натуральных условиях совпадают. Эти граничные условия дают возможность рассчитать длительность эксплуатации покрытия τ в зависимости от нескольких факторов:

$$\tau = \frac{\tau_0 \cdot \omega^{-\alpha}}{H} \cdot e^{U/T}$$

где τ_0 - «индуктивный период» эксплуатации покрытия, в течение которого изменение огнезащитных и др. свойств незначительно; α и U – константы для данного покрытия, зависящие от химической природы полимера и антипиренов, условий эксплуатации, природы подложки и др.; ω - относительная влажность воздуха; H – доза коротковолнового излучения ($\lambda < 400\text{нм}$); T – температура.

Предложенные общие подходы для определения сроков службы и прогнозирования долговечности огнезащитных полимерных покрытий могут быть основой для разработки единой комплексной оценки продолжительности сохранения покрытием огнезащитной эффективности, что напрямую связано с предупреждением возникновения чрезвычайных ситуаций во время пожара.

Список литературы

1. ГОСТ Р 12. 3. 047 - 98 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».
2. ГОСТ 9.401 – 91 ЕСЗКС «Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов».
3. Верховланцев В.В. Методы прогнозирования долговечности покрытий / В.В. Верховланцев // Лакокрасочные материалы. – 1985. – №4. – С. 49-53.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Механтьев И.И. , к.м.н., Пичужкина Н.М. , д.м.н.
Масайлова Л.А. , к.м.н.

Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, г. Воронеж

Одно из приоритетных мест по дозовому воздействию и возможным биологическим эффектам для здоровья населения занимает загрязнение атмосферного воздуха.

Комплексный подход, ориентированный на использовании оценки техногенной нагрузки и риска здоровью населения, позволил обоснованно выделить внутригородские территории с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха для изучения влияния аэрогенного фактора на здоровье детского населения г. Воронеж.

Территория риска характеризуется высоким коэффициентом техногенной нагрузки на атмосферу ($K_{атм.}=6,8$), превышением среднесуточных концентраций по 5-ти загрязняющим веществам. Суммарный индекс опасности (ИИ) для детей от хронического воздействия загрязняющих веществ достигает более 96. Территория сравнения имеет значительно меньшие показатели аэротехногенной нагрузки и риска для здоровья населения ($K_{атм.}=2,7$; ИИ=15,6).

На территории риска, по сравнению со среднегородскими показателями, регистрируются высокие уровни заболеваемости детей хроническими болезнями миндалин (НИП=1,8), астмой, астматическим статусом (НИП=1,4), аллергическим ринитом (НИП=1,3), пневмонией (НИП=1,4).

Ретроспективный анализ общей заболеваемости детей, проживающих на территориях г. Воронеж, обусловленной неблагоприятным воздействием комплекса факторов, связанных с аэрогенной нагрузкой, с использованием методики расчета нормированных уровней заболеваемости, свидетельствует о превышении в отдельные годы фоновых уровней заболеваемости по болезням органов дыхания; хроническому фарингиту, назофарингиту, риниту, синуситу; хроническим болезням миндалин, аденоидов; бронхиту; аллергическому риниту; болезням эндокринной системы; атопическому дерматиту; болезням крови и кроветворных органов; врожденным аномалиям.

Достоверные различия среднемноголетних показателей заболеваемости детей, проживающих на внутригородских территориях, различных по уровням загрязнения атмосферного воздуха получены как в целом, по уровню болезней органов дыхания ($T_{расч.}=10,18 > T_{табл.}=2,262$ при $p < 0.05$), так и по отдельным нозологическим формам: астме и астматическому статусу ($T_{расч.}=5,42 > T_{табл.}=2,262$ при $p < 0.05$), пневмониям ($T_{расч.}=6,44 > T_{табл.}=2,262$ при $p < 0.05$), болезням нервной, эндокринной систем,

кожи и подкожной клетчатки, врожденным аномалиям развития ($T_{\text{расч.}}=5,87-23,71 > T_{\text{табл.}}=2,262$ при $p < 0.05$).

Коэффициенты корреляции Пирсона, находящиеся в интервале от 0,29 до 0,83, свидетельствуют о статистически значимой положительной зависимости между показателями суммарного загрязнения атмосферного воздуха ($K_{\text{атм.}}$), отдельными загрязняющими веществами и заболеваемостью детей астмой, астматическим статусом, болезнями нервной и эндокринной систем,

Результаты исследования использованы при обосновании мероприятий, направленных на снижение риска здоровью детского населения. Эффективность отдельных гигиенических мероприятий, направленных на снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха, выражается в снижении за 10-летний период среднегодовых концентраций взвешенных веществ в атмосферном воздухе с 0,39 до 0,11 мг/м³, углерода оксида с 2,7 до 1,8 мг/м³, серы диоксида с 0,05 до 0,03 мг/м³.

Наряду с изучением хронического воздействия химических загрязнителей атмосферного воздуха на состояние здоровья населения, в период чрезвычайной ситуации, связанной с пожарами, в системе социально-гигиенического мониторинга проведена оценка риска для здоровья населения при остром воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Результаты исследования свидетельствовали о превышении приемлемого уровня неканцерогенного риска в дни регистрации максимальных уровней загрязнения атмосферного воздуха. Индекс опасности от острых ингаляционных воздействий формальдегида составил 17,9; от взвешенных веществ - 3,0 при допустимом уровне – не более 1.

Оценка связи между загрязнением атмосферного воздуха и ежедневными случаями госпитализации и смертности населения, в том числе по болезням системы кровообращения и органов дыхания, проводилась с помощью метода временных рядов. Влияние метеорологических показателей на здоровье населения изучалось с лагами 0, 1, 2, 3 дня.

Корреляционно-регрессионный анализ свидетельствует о статистически значимой положительной зависимости с лагом от 1 до 3 дней между: среднесуточными концентрациями азота диоксида и госпитализацией населения по болезням системы кровообращения; среднесуточными концентрациями формальдегида и смертностью от болезней органов дыхания; среднесуточными концентрациями взвешенных веществ и общей смертностью; смертностью от болезней системы кровообращения и госпитализацией населения; углерода оксида и смертностью от болезней органов дыхания; госпитализацией населения; сажи и смертностью от болезней органов дыхания.

Зависимость изменения показателей здоровья и смертности населения от загрязнения атмосферного воздуха не является абсолютно очевидной, поскольку основным метеофактором в период пожаров явилась аномально

высокая температура воздуха, что внесло неопределенность в интерпретацию полученных данных.

Методические подходы к сбору и подготовке данных, оценке влияния метеорологических показателей на здоровье населения в период чрезвычайной ситуации, связанной с пожарами, нашли отражение в МР 2.1.10.0057-12 «Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска».

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯ ПОЖАРА В КОМНАТЕ ТИПОВОЙ КВАРТИРЫ

**Антошин А.А., к.ф.-м.н., доцент,
Зуйков И.Е., д.ф.-м.н., профессор,
Невдах В.В., д.ф.-м.н., доцент,**

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Одним из важных входных параметров любой модели пожара является тепловыделение. Известно, что обратная тепловая связь (тепловой поток) может увеличить тепловыделение на единицу поверхности, скорость распространения пламени и, следовательно, ускорить наступление этапа полного охвата пламенем помещения [1, 2]. При моделировании пожаров в помещениях, как отмечалось в работе [3], этот факт необходимо учитывать.

В настоящей работе представлены результаты моделирования пожара в одной из комнат типовой двухкомнатной квартиры. Моделирование осуществлялось с помощью программы FDS [4]. С помощью специального графического интерфейса PyroSim была создана модель квартиры в одной прямоугольной сетке с наружными размерами $9 \times 7 \times 3$ м (см. рисунок 1) с кубическими ячейками с ребром 0.1 м. Общее количество ячеек в сетке – 225000. Наружные стены, пол и потолок квартиры толщиной 0,2 м сделаны из бетона; внутренние перегородки толщиной 0.1 м – из кирпича; окна и балконная дверь – из стекла, входная дверь – из стали; внутренние двери – из дерева. Значения параметров, определяющих тепловую инерцию конструкционных материалов – плотности, удельные теплоемкости и коэффициенты теплопроводности брались из справочников. Источник пожара постоянной мощности размерами 0.5×0.5 м находился на полу в углу спальни комнаты. Дверь в комнату открыта. Определялись зависимости тепловыделения и пространственного распределения температуры при различных мощностях пожара.

Результаты моделирования первых 5 мин пожара представлены на рисунках 2 и 3. При мощностях источника пожара до ~ 1000 кВт с течением времени тепловыделение флуктуирует около номинального значения и практически остается постоянным (рис. 2а). На рисунке 2б показаны зависимости температуры воздуха в некоторых точках квартиры от времени.

При увеличении мощности пожара выше 1000 кВт пожар перестает быть стационарным. Зависимости тепловыделения от времени принимают более сложный вид – на них наблюдаются колебания с амплитудами, растущими с увеличением мощности пожара. На рисунке 3а представлен пример такой зависимости при мощности пожара 1500 кВт.

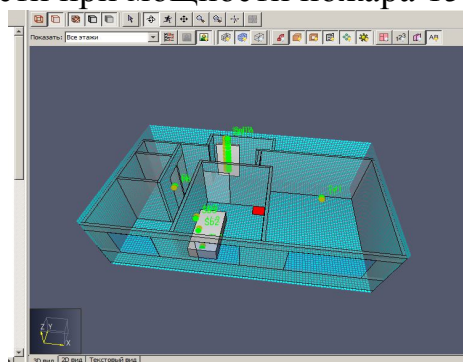
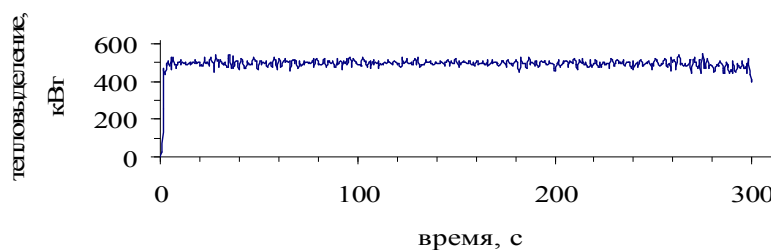
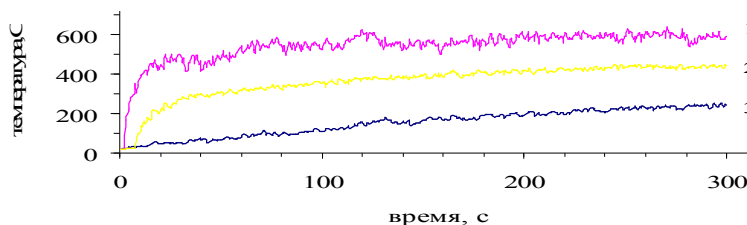


Рисунок 1 – Модель типовой двухкомнатной квартиры



a

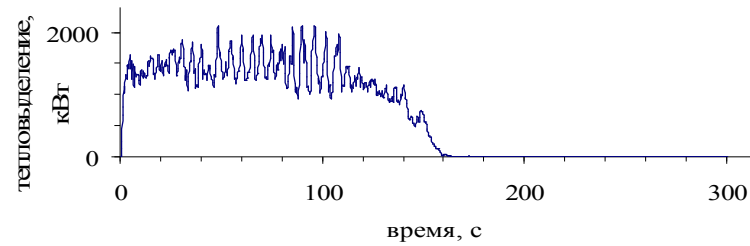


1- в комнате на высоте 2.5 м; 2-в прихожей на высоте 2.5 м; 3-в комнате на высоте 0.6 м

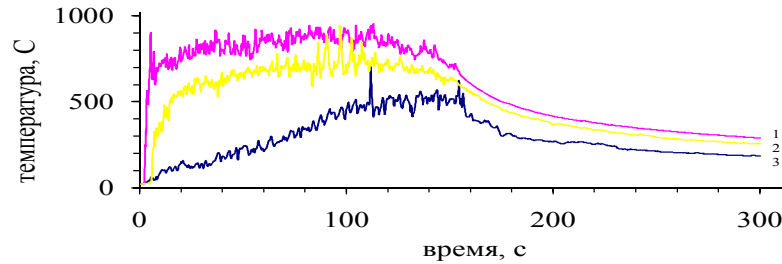
б

Рисунок 2 – Зависимости скорости тепловыделения (*a*) и температуры воздуха (*б*) от времени пожара мощностью 500 кВт

Изменение характера пожара можно связать с действием обратной тепловой связи. Результаты моделирования показали, что обратный тепловой поток вызывает колебательные процессы выделения тепла с ростом мощности пожара, свойственные нелинейным динамическим системам. Поэтому, поведение пожара при переходе к стадии полного охвата пламенем помещения отличается от его поведения на начальном этапе.



a



1- в комнате на высоте 2.5 м; 2-в прихожей на высоте 2.5 м; 3-в комнате на высоте 0.6 м

б

Рисунок 3 – Зависимости скорости тепловыделения (*a*) и температуры воздуха (*б*) от времени пожара мощностью 500 кВт 1500 кВт

Список литературы

1. Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров / Пер. с англ. К.Г. Бомштейна; Под ред. Ю.А. Кошмарова, В.Е. Макарова.–М.: Сторйиздат, 1990.–424 с.
2. ISO/TS 16733 (2006) Fires safety engineering–selection of design fire scenarios and design fires. International Organization for Standardization
3. Poulsen A., Jomaas G. Experimental study on the burning behavior of pool fires in rooms with different wall linings // Fire Technology 2011, v.48, p.419-439.
4. McGrattan K., Baum H., Rehm R., et all. Fire Dynamics Simulator (Version 5). Technical Reference Guide // NIST Special Publication 1018-5, 2009.–94 p.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ КУРСАНТОВ ВУЗА ГПС МЧС К ИСПОЛНЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБЯЗАННОСТЕЙ

Порхачев М.Ю.

**Заместитель начальника института по науке, к.п.н
Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург
Бучельников Д. Ю.,
Начальник УНК организации пожаротушения, к.п.н
Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург**

Общеизвестно, что одним из показателей качества подготовки является положительная оценка руководителем подразделения уровня профессиональной готовности выпускника[9]

Оценка руководителем результата профессиональной подготовки и деловых качеств выпускника в вузе производится по следующим показателям:

1. Уровень служебно-профессиональной направленности;
2. Уровень профессиональной подготовки специалиста;
3. Уровень организационно-управленческой деятельности;
4. Личностные качества.

Анализ отзывов руководителей подразделений показал, что в большинстве случаев выпускники 2011 г умеют грамотно составлять (оформлять) служебную документацию, организовывать и вести учет и отчетность в объеме исполняемых по должности обязанностей; рассчитывать силы и средства, необходимые для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ и т.д.

Однако практиками отмечается, что выпускники имеют недостаточно опыта «управлять силами и средствами по тушению пожаров и проведению АСР», однако данный критерий оценивает довольно широкую и сложную деятельность по интерпретации ситуации.

Понятие интерпретации нами здесь используется неслучайно.

Сегодня ученые говорят о новой парадигме интерпретации, снимающей ограничения: «Природные явления, религиозные ритуалы, исторические факты, научные открытия, литературные сюжеты, философские идеи, поступки людей, реалии повседневности – все требует интерпретации» [5]. Отсюда и расширение областей, в которых в настоящее время проявляется интерес к ее научному изучению: философия, филология, психология, юриспруденция, социология, педагогика и др.

Проведя анализ научных исследований [6; 7; 8; 10] по процессу интерпретации, которая сопровождает профессиональную деятельность инженера пожарной безопасности, руководящего тушением пожара, мы пришли к заключению, что интерпретационная деятельность[2] включает следующие основные этапы:

- 1) идентификация проблемы (анализ ситуации и определение степени ее опасности);
- 2) диверсификационное прогнозирование ее решения (выстраивание вариантов решения проблемы);
- 3) выбор и верификация решения (определение и обоснование наиболее оптимального способа нейтрализации чрезвычайной ситуации);
- 4) формализация решения (представление решения в системе формального языка с проецированием его на функционал членов подразделения);
- 5) трансляция решения (постановка перед участниками пожаротушения оперативных задач, а также доведение сути выполняемых действий до всех заинтересованных лиц);
- 6) мониторинг результата (оценка и коррекция собственных действий, как руководителя тушения пожара, так и действий подчиненных).

Очевидно, что для выполнения рассмотренных этапов в условиях пожара или ЧС выпускник должен иметь необходимые профессионально важные качества навыки, умения и первоначальный опыт, т.е. компетентность.

[1 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**; 3; 4]

Следуя логике можно сказать, что для оценивания критерия «умение управлять силами и средствами по тушению пожаров и проведению АСР» необходимо провести оценку профессиональной компетентности в управлении силами и средствами по тушению пожаров и проведения АСР.

Таким образом, оценка руководителем подразделения уровня профессиональной готовности выпускника, как качественного показателя, является оценка руководителем профессиональной компетентности выпускника, как результата профессиональной подготовки в вузе к исполнению профессиональных обязанностей в роли руководителя тушения пожара.

В этой связи необходимо разрабатывается комплекс методического обеспечения оценки и прогнозирования профессиональной готовности курсантов вузов ГПС МЧС России на основе современных научно-методических подходов к оценке профессиональной готовности учащихся учебных заведений различного профиля.

Список литературы

1. Ахапкин Ю.К. Интерпретация социально-гуманистической информации в условиях неопределенности: Дис. канд. социол. Наук. – М., 2008.
2. Бучельников Д.Ю. Формирование интерпретационной компетентности у будущих инженеров пожарной безопасности: научно методическое пособие / Д.Ю. Бучельников. – Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2009.
3. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004.
4. Зеер Э.Ф., Заводчиков Д.П., Лопес Е.Г. Реализация компетентностного подхода в профессиональном образовании. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2007

5. Ищенко Е.Н. Новая парадигма интерпретации в дискурсивном поле современной философии // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. № 6. 2004. – С. 62-74.
6. Маркова А.К. Психология профессионализма. – М.: Знание, 1996.
7. Минина М.Л. Теория отражения и проблема интерпретации: Дис. канд. философ. наук. – Чебоксары, 2007.
8. Почекунин А.А. Своеобразие истолкования истины в герменевтике: Дис. канд. философ. наук. – Иркутск, 2003.
9. Руководство по применению стандарта ИСО 9001:2000 в области обучения и образования. М., 2002.
10. Ускова Д.Н. Развитие интерпретирующей способности личности: Дис. ... д-ра психол. наук. – М., 2007.

Секция №1
Технологии обеспечения оперативно-служебной деятельности
государственной противопожарной службы

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ОБЩЕСТВЕННОМ
АВТОБУСНОМ ТРАНСПОРТЕ

Ботян С.С. ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС, г. Минск

Автобусный транспорт является неотъемлемой частью общественного транспорта и туризма и обеспечивает работу транспортной системы. Автобусы являются основным видом массового общественного транспорта как для крупных, так и для малых городов. По сравнению с другими видами транспорта, автобусный требует наименьших капиталовложений и позволяет очень легко организовать экспрессные маршруты. Национальные образовательные системы во всем мире также интенсивно используют автобусный транспорт для образовательных поездок, школьного автобусного сообщения, выездов на спортивные соревнования и т.д. При эксплуатации автобусов требуется уделять особое внимание обеспечению безопасности пассажиров, в том числе за счет приведения и поддержания в пожаробезопасном состоянии транспортного средства.

Согласно требованиям предъявляемым к конструкции автобуса, в зависимости от его класса и пассажироместимости, нормируется количество, размеры и конструкция дверей, люков, пассажирских сидений и проходов [1].

Несмотря на все требования, предъявляемые к автобусам, они характеризуются высокой пожарной опасностью. Наличие легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, трубопроводов и патрубков с топливом и смазывающими веществами, проложенных по всей длине автобуса, высокая дымообразующая способность отделочных материалов салона автобуса создают высокую вероятность возникновения и быстрого распространения пожара в нем.

По статистике основными причинами возникновения пожаров являются дорожно-транспортные происшествия, а также воспламенение в связи с технической неисправностью вследствие неправильной эксплуатации транспорта (несоблюдение сроков проведения технического обслуживания, превышение допустимой нагрузки и т.д.).

Уследить за состоянием проводов и патрубков моторного отсека (которые проверяются только при техническом обслуживании) при постоянной эксплуатации практически невозможно, рано или поздно это может закончиться пожаром транспортного средства [2] (рисунок 1 а-г).



а)



б)



в)



г)

Рисунок 1 – Примеры пожаров в автобусах: а,б – пожар в автобусе МАЗ-107, причина возгорания короткое замыкание электропроводки автобуса; в – пожар в автобусе Нагпур-Аурангабад, в результате 37 человек получили ожоги I-III степеней; г – пожар в автобусе марки МАЗ, причина возгорания небрежное обращение с огнем.

В результате анализа пожаров, происшедших в автобусах установлено, что при пожарах часто имеет место гибель и получение ожогов различных степеней пассажирами. Основной причиной гибели и травмирования пассажиров является проблема эвакуации их из автобусов с высокой пассажироместимостью при возникновении в нем пожара.

Для решения данной проблемы необходимо произвести анализ пожарно-технических характеристик внутренней отделки основных автобусов с высокой пассажироместимостью, выпускаемых и эксплуатируемых в Республике Беларусь, а также смоделировать возникновение, распространение пожара и оценить возможность безопасной эвакуации пассажиров различными способами и методами.

Список литературы

1. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения пассажирских транспортных средств большой вместимости в отношении общей конструкции. Правила ЕЭК ООН N 36(03)/Пересмотр 2 – Введ. 30.09.2008 – Минск : Госстандарт : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. – 112 с.

2. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91. – Введ. 01.07.92. – Москва : Стандартинформ, 2006. – 64 с.

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОПАГАНДЫ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Буданов С.А. доцент, к.юр.н.,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

В Российской Федерации ежедневно происходит около 500 пожаров, при которых погибают люди. Огнем уничтожаются строения, техника и скот. Ежедневный материальный ущерб от пожаров составляет более 20 млн. рублей. На долю пожаров в зданиях жилого сектора приходится около 90% всех погибших и около 70% травмированных при пожарах, в то же время на долю пожаров в производственных помещениях и местах массового пребывания людей приходится наибольший материальный ущерб. В деятельности по обеспечению пожарной безопасности и осуществлению государственного пожарного надзора по предотвращению пожаров и последствий от них важное место занимает противопожарная пропаганда[3].

Компонентами системы противопожарной пропаганды, воздействующими на население, являются органы исполнительной власти Российской Федерации и их территориальные подразделения, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления муниципальных образований, а также организации.

В МЧС России согласно Приказу от 29 июня 2006 г. № 386[2] должностными лицами, ответственными за организацию пропаганды в области пожарной безопасности являются:

- начальник Управления информации МЧС России;
- руководители информационных подразделений территориальных органов МЧС России;
- руководители органов (структурных подразделений), специально уполномоченных на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны при органах местного самоуправления и организаций.

Организация пропаганды в области пожарной безопасности осуществляется постоянно как в повседневной деятельности, так и при различных степенях готовности гражданской обороны и режимах функционирования РСЧС.

Юридическими фактами, являющимися основанием для организации пропаганды в области обеспечения пожарной безопасности, являются требования Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ[1].

Контроль за организацией пропаганды в области пожарной безопасности осуществляется в форме:

- анализа в Управлении информации МЧС России ежеквартальных и годовых донесений по организации пропаганды пожарной безопасности, которые представляются в установленном порядке информационными подразделениями территориальных органов МЧС России, и подготовки соответствующих решений;

- проведения инспекторских и комплексных проверок и оценок состояния функциональных и территориальных подсистем РСЧС, а также деятельности территориальных органов МЧС России.

Главенствующая роль в деле организации противопожарной пропаганды отводится Комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности субъектов РФ, муниципальных образований.

На основании анализа обстановки с пожарами на территории как отдельного муниципального образования, так и субъекта РФ в целом, органы государственного пожарного надзора разрабатывают комплекс мероприятий, направленный на профилактику пожаров и гибели от них людей, а также вносят свои предложения на рассмотрение данной комиссией. Согласно утвержденного решения комиссии органы местного самоуправления отчитываются о проделанной работе по профилактике пожаров, в том числе и по проведению противопожарной пропаганды.

Противопожарная пропаганда должна использовать все формы пропагандистского воздействия, проникнуть во все средства массовой коммуникации, во все сферы, где так или иначе идет воспитание человека.

Одна форма воздействия может сменять другую, диапазон влияния может колебаться в самых широких пределах: от чистой информативности до чистой эмоциональности. Если иметь в виду, что главная функция пропаганды - это формирование общественного мнения и воздействие через него на сознание масс и общественную практику, то любая форма пропаганды должна влиять на те рациональные и эмоциональные элементы, которые входят в структуру общественного мнения и массового сознания[3].

Противопожарная пропаганда ведется по двум направлениям:

1. Разъяснение населению правил пожарной безопасности, которые необходимо соблюдать на производстве и в быту.

2. Ознакомление населения и коллективов предприятий, организаций и учреждений с причинами пожаров, мерами их предупреждения, а также порядком действий при возникновении пожаров.

Пути проведения противопожарной пропаганды:

- публикации материалов в средствах массовой информации;
- организация показа кино-, теле-, видеофильмов противопожарной тематики;

- содействие популяризации мер пожарной безопасности посредством издания и распространения пожарно-технической литературы и рекламной продукции противопожарной тематики (плакаты, альбомы, буклеты, конверты, марки, открытки и сувениры).

- проведение тематических выставок, лекций, бесед, консультаций, инструктажей, а также выступлений по местному кабельному телевидению;

- организация на базе Центров противопожарной пропаганды и общественных связей конкурсов, дней открытых дверей в подразделениях пожарной охраны;

- подготовка с советами ДПО и другими общественными противопожарными формированиями годовых планов совместных мероприятий по предупреждению пожаров и их реализации.

С помощью противопожарной пропаганды можно не только создать условия для усвоения и выполнения правил пожарной безопасности, но и сформулировать на научной основе сознательное отношение к безопасному ведению работ, безопасному обращению с пожароопасными веществами и материалами. Следовательно, противопожарная пропаганда должна преследовать следующие цели:

- 1) формирование чувства ответственности у граждан за последствия пожаров;

- 2) воспитание у людей грамотного (с точки зрения обеспечения пожарной безопасности) отношения к предметам;

- 3) обучение населения правилам пожарной безопасности и действиям при пожаре;

- 4) популяризация мужества и героизма пожарных;

- 5) освещение научно-технических достижений в области пожарной безопасности;

- 6) информирование населения об особенностях пожаров в современных зданиях, сооружениях, транспортных средствах, технологических установках и т.д.

Таким образом, противопожарная пропаганда создает условия для соблюдения правил пожарной безопасности, личной безопасности граждан и организаций, эффективной деятельности по обеспечению безопасности, социальной ответственности органов и подразделений государственной противопожарной службы, создания доброжелательных отношений с общественностью, общественными и государственными организациями. Кроме того, следует отметить, что открытость, компетентность, профессионализм, доброжелательность отношений, служение обществу и каждому человеку - основы эффективной противопожарной пропаганды и работы с общественностью.

Список литературы

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» // Собрание законодательства РФ. - 1994. - № 35. - Ст. 3649.

2. Приказ МЧС России от 29 июня 2006 г. № 386 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по организации информирования населения через средства массовой информации и по иным каналам о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах, мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты, а также пропаганде в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. - 2006. - № 30.

3. Сметанкина Г.И. Информационное обеспечение, противопожарная пропаганда: Фондовая лекция / Г.И. Сметанкина. - Воронеж, 2011.

АУДИТОРИЯ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

**Виноградов С.А., Грицына И.Н., к.т.н., доцент,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г.Харьков**

Подготовка водителей транспортных средств (ТС) подразделений МЧС Украины осуществляется в соответствии с Наставлением по организации профессиональной подготовки работников органов управления и подразделений МЧС Украины [1] и рекомендациями для повышения профессионального мастерства водителей транспортных средств.

Во время подготовки водителей ТС МЧС Украины особое внимание уделяется [2]:

- усовершенствованию мастерства (техники и тактики) управления ТС;

- изучению Правил дорожного движения, основ психофизиологии труда водителей, территории города, района выезда подразделения, вопросам содержания, эксплуатации, ТО и ремонта ТС и их специальных агрегатов;

- формированию навыков выявления и устранения неисправностей ТС;

- формированию навыков оказания первой медицинской помощи.

В парк транспортных средств МЧС Украины входит много видов техники, однако особняком стоят пожарные автомобили, которые используются при тушении пожаров.

Пожарные автомобили классифицируются на основные, специальные и вспомогательные. К основным относятся машины, предназначенные для подачи огнетушащих веществ в зону горения. К специальным относятся машины, предназначенные для проведения специальных работ на пожаре:

аварийно-спасательные автомобили, для поднятия личного состава на высоту, обеспечения связи и освещения, вскрытия и разборки конструкций, борьбы с дымом, защиты материальных ценностей, обеспечения управления силами и средствами, прокладки рукавных линий и т.д. К вспомогательным машинам относятся: автотопливозаправщики, передвижные авторемонтные мастерские, автобусы, легковые, грузовые автомобили, а также тракторы и другая техника, которая вводится на вооружение пожарных частей для выполнения вспомогательных работ [3].

Основной тактической единицей пожарных подразделений является отделение на основном пожарном автомобиле. Особенностью работы водителя на основном пожарном автомобиле для подачи воды и водных растворов на тушение пожара является умение пользоваться насосной установкой, установленной на нем.

В соответствии с Типовым учебным планом профессионально-технического обучения квалифицированных рабочих по профессии 8333 "Машинист насосных установок пожарно-спасательного транспортного средства" [4] во время подготовки, переподготовки и повышении квалификации водителей практической отработке навыков работы с насосом уделяется не менее 78 часов. Общий срок обучения, включающий и теоретическую подготовку, составляет один месяц.

Очевидно, что обучение в специализированных учебных заведениях проходит на протяжении всего года, в том числе и в зимнее время. Иногда погодные условия не позволяют отрабатывать навыки работы с насосом, вследствие чего обучающиеся получают не весь объем знаний. Последствием этого может быть низкая квалификация рабочего.

Ликвидировать подобные проблемы можно путем создания специализированной аудитории для обучения работы с насосом. Такая аудитория была разработана и создана в Национальном университете гражданской защиты Украины на кафедре инженерной и аварийно-спасательной техники.

На рисунке 1 изображена схема аудитории.

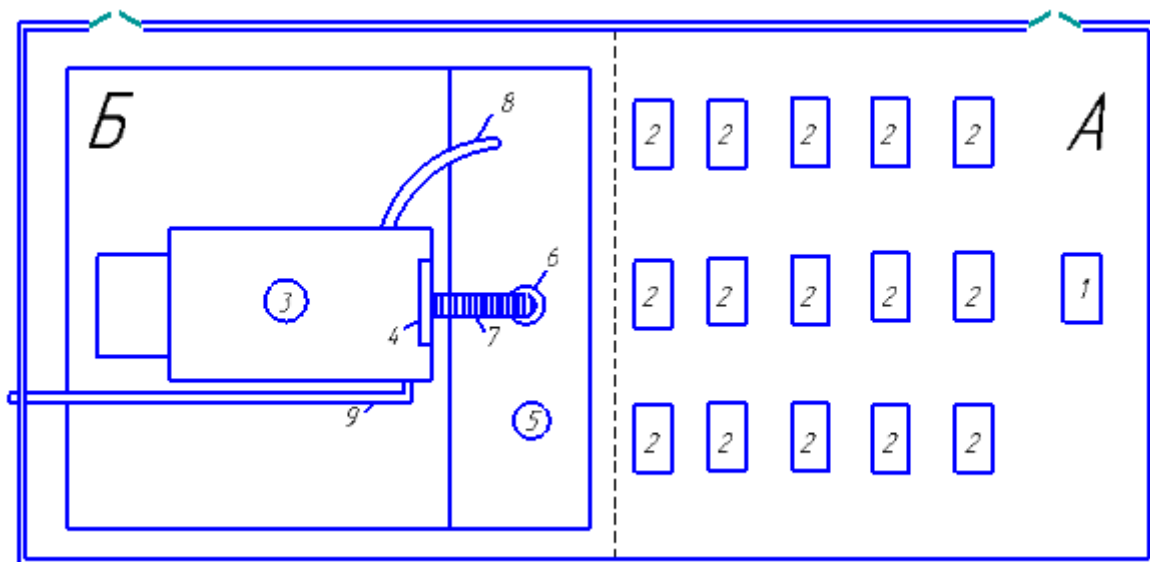


Рис. 1. Схема аудитории для обучения работе с насосом.

Аудитория визуально разделена на 2 части: учебную А и производственную Б. В учебной части расположены стол преподавателя 1, столы обучающихся 2 и все необходимое оборудование для теоретической подготовки (плакаты, наглядные образцы и т.п.). В производственной части установлен пожарный автомобиль 3, ось насоса которого расположена на расстоянии (0,8-1,2) м. Аудитория оборудована водоемом 5, объем которого достаточен для заполнения всасывающей рукавной линии 7 и водяных коммуникаций насосной установки 4. Водоем накрыт специальным настилом для передвижения по нему. Забор воды происходит через люк 6 и всасывающий рукав 7. Для постоянной циркуляции воды пожарный рукав диаметром 77 мм 8 из напорного патрубка опущен в водоем 5. Для обеспечения нормальной концентрации воздуха предусмотрена вытяжной трубопровод 9, который сообщен с улицей.

Данная аудитория позволяет проводить подготовку машинистов насосных установок и водителей пожарных автомобилей вне зависимости от погодных условий. В аудитории возможно выполнение следующих упражнений на насосной установке: забор воды из открытого водоисточника и подача ее в рукавную линию, подача воды из цистерны в рукавную линию.

Список литературы

1. Приказ МЧС Украины № 444 от 01.07.2009 г «Об утверждении Наставления по организации профессиональной подготовки работников органов управления и подразделений МЧС Украины».
2. Приказ МЧС Украины № 538 от 08.08.2007 г «Об утверждении Наставления по эксплуатации транспортных средств в подразделениях МЧС Украины».
3. Иванов А.Ф. и др. Пожарная техника. Учебник в 2-х частях. Часть 2. Пожарные автомобили. – М.: Стройиздат, 1988г. – 286 с.

4. Приказ МЧС Украины № 149 от 14.02.2011 г «Об организации подготовки специалистов по профессии «Машинист насосных установок пожарно-спасательного транспортного средства»

ИСТОРИЯ И ПУТИ РАЗВИТИЯ ОРГАНОВ ДОЗНАНИЯ В РОССИИ

**Дорохова О.В., старший преподаватель
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

2012 год объявлен в органах надзора МЧС России «Годом дознания», и это событие совпало с тем, что 18 июля 2012 г. исполнилось 85 лет государственному пожарному надзору.

История этих подразделений начинается в первой половине прошлого века. Так, взаимодействие силовых структур государства всегда выступало ключевой проблемой, так как эффективная работа одной из составляющих системы усиливала возможности всей системы в целом. Современные основы взаимодействия силовых структур во многом отражают опыт прошлых лет. В сложной общественно-политической и экономической ситуации попытка содержания *пожарной* охраны за счет средств и отчислений от обязательного страхования недвижимого имущества была обречена на провал. Требовалось принятие неотложных мер по улучшению ее состояния. Такое решение было принято 17 июня 1920 г. Члены Президиума ВСНХ, делегаты 4-го Всероссийского съезда профсоюза пожарных работников и 1-го Всероссийского съезда представителей пожарно-страховых отделов совнархозов на совместном заседании единогласно высказались за передачу управления *пожарным* делом в ведение НКВД. Это предложение получило поддержку в Правительстве, и 12 июля 1920 г. СНК принял Постановление «О сосредоточении *пожарного* дела в НКВД». В Постановлении говорилось: «Во изменение декрета Совета Народных Комиссаров от 1-го декабря 1918 года общее заведование и управление *пожарным* делом в РСФСР, как в административно-техническом, так и в финансово-хозяйственном отношении, со всеми делами, имуществом и кредитами изымаются из ведения Высшего Совета Народного Хозяйства и передаются в Народный Комиссариат внутренних дел» [4].

Для предупреждения массового возникновения пожаров и организации борьбы с ними 23 апреля 1921 г. было принято Постановление Совета труда и обороны «О мерах борьбы с пожарами». При НКВД была создана комиссия в составе представителей Наркома труда, ВЧК и НКВД, а при пожарных отделах губернских и уездных исполкомов - в составе представителей отдела труда, ЧК и пожарных отделов. Эта комиссия получила название «пожарных троек». Им давалось право привлекать к борьбе с пожарами население в порядке трудовой повинности.

Таким образом, в начале 20-х годов XX в. начинает формироваться нормативно-правовая основа взаимодействия между органами пожарной охраны и РКМ, а в 30-е годы она приобретает более конкретные формы.

Профилактика и тушение пожаров не могли быть эффективными без четкого взаимодействия подразделений пожарной охраны, милиции, госбезопасности, руководства объектов и добровольных противопожарных формирований. Данный опыт приобретался в эти годы ценой человеческой жизни и мужества бойцов и командиров пожарных расчетов и команд. Приказ НКВД РСФСР №114 от 29 мая 1921 г. «Об участии милиции в борьбе с пожарами» предписывал подразделениям Рабоче-крестьянской милиции (РКМ) помогать пожарной охране на местах, главным образом в расследовании фактов преступных нарушений противопожарных правил и умышленных поджогов. Только лишь в 1932 г. был принят Циркуляр ГИМ ОПТУ, который впервые приказывал органам РКМ немедленно приступить к разработке конкретных оперативных планов борьбы с поджогами и пожарами. В связи с участвовавшими пожарами на важнейших объектах, лесах и торфоразработках, принявших угрожающие размеры, СНК СССР в августе 1932 г. организовал Специальную комиссию по борьбе с пожарами объектов под председательством Я.Э. Рудзутака.

В мае 1926 г. было созвано Всероссийское совещание пожарных, на котором обсуждены вопросы улучшения пожарной безопасности, в частности, представлен проект Положения «Об органах государственного пожарного надзора в РСФСР», который был утвержден Постановлением ВЦИК и СНК РСФСР 18 июня 1927г. Данное Положение определило основные задачи и правовое положение работников государственной инспекции, которые выявляли нарушения, требовали от руководителей объектов незамедлительных мер по предупреждению и ликвидации возгораний, а тех, кто уклонялся от такого рода работы, по решению НКВД РСФСР и НКЮ РСФСР привлекали к административной или уголовной ответственности. Несмотря на то, что органы Госпожнадзора Постановлением ЦИК и СНК Союза ССР только в мае 1935 г. получили полное право производства расследования по делам о пожарах и нарушениях противопожарных правил, они все эти годы активно участвовали в предварительных расследованиях, помогая органам РКМ и прокуратуры, накапливали опыт уголовно-процессуальной деятельности.

В 2010 году проведено преобразование органов государственного пожарного надзора (ОГПН) в органы надзорной деятельности (ОНД), в которых в настоящее время также продолжают действовать органы дознания и накапливать опыт уголовно-процессуальной деятельности. В этом большую роль играет взаимодействие органов дознания с экспертами, производящими независимые оценочные экспертизы. Применяется в практике передовой опыт уголовно-процессуальной деятельности органов дознания, осуществляющих свою деятельность в субъектах РФ.

Как известно, уголовные дела по пожарам относятся к категории наиболее сложных, требующих от дознавателей специальных познаний во многих областях науки – начиная с основ теории горения и заканчивая основами электротехники, поведением металлов и строительных конструкций в условиях пожара [2]. Кроме этого, дознаватель обязан

соблюсти все процессуальные положения в ходе проведения дознания, а также знать законодательство в области оперативно-розыскной деятельности и т.д. В любое время суток дознаватель обязан прибыть на место пожара и быть готовым к выполнению задач по определению очага пожара, предварительной причины пожара, закреплению обстоятельств, предшествующих возникновению пожара. Быстрота и качество выполнения этих действий является залогом правильности принятия решения по результатам проверки по пожару в установленные Уголовно-процессуальным кодексом РФ сроки, а также результативности расследования уголовного дела по пожару в случае его возбуждения.

Сегодня органы дознания ГПН укомплектованы современным портативным оборудованием, позволяющим проводить необходимые действия на месте пожара, такие как отбор различных проб, вещественных доказательств, исследование и описание места пожара, изучение поврежденных строительных конструкций.

С учетом уже созданных и создаваемых необходимых условий для комфортной и качественной работы органов дознания ГПН увеличивается эффективность работы этих органов. Постепенно улучшается качество проведения дознания по делам о пожарах, увеличивается количество уголовных дел, доведенных дознавателями ГПН до суда.

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.).
2. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
3. Словарь общих и специальных терминов. Под ред. д.т.н., профессора, засл. деят. науки РФ И.Д. Чешко. – М.:ВНИИПО, 2009. – 520 с.
4. Интернет-ресурсы www.fireman.ru.

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗДАНИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО РЕЧЕВОГО ОПОВЕЩЕНИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

**Епифанов Е.Н., преподаватель
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Согласно нормативным требованиям [1], безопасность людей при пожаре в здании и сооружении считается обеспеченной, если вероятность воздействия опасных факторов пожара (далее - ОФП) на человека не превышает 10^{-6} в год. Это требование является главным условием обеспечения безопасности людей, принимаемым при проектировании систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (далее - СОУЭ).

Основной способ обеспечения безопасности людей при пожарах в зданиях и сооружениях (далее - зданиях) – эвакуация в безопасную зону.

Эвакуация обеспечивается посредством устройства необходимого количества эвакуационных путей и соблюдения их требуемых параметров, а также организацией своевременного оповещения людей и управления их движением.

В современных условиях процесс эвакуации людей из здания при пожаре нельзя считать обеспеченным без решения трех принципиально важных и взаимосвязанных задач:

- обнаружение пожара (достоверное и своевременное обнаружение опасных факторов пожара внутри здания);

- оповещение о пожаре (достоверное и своевременное информирование людей внутри здания о необходимости немедленных и адекватных действий);

- управление эвакуацией (управление действиями людей, что особенно актуально для многоэтажных зданий с массовым пребыванием людей и для технически сложных объектов).

Обеспечение эвакуации людей при пожаре достигается выполнением и соблюдением следующих условий:

- организационно-технические мероприятия, включающие в себя первичный противопожарный инструктаж, обучение мерам пожарной безопасности, практическую отработку действий по эвакуации при возникновении пожара;

- соблюдение на объекте противопожарных требований предъявляемых к количеству протяженности и параметрам эвакуационных путей и выходов;

- наличие и исправность на объекте различных систем противопожарной защиты.

Оповещение людей о пожаре осуществляется передачей звуковых и (или) световых сигналов в помещения, где люди могут подвергаться воздействию опасных факторов пожара, трансляцией речевой информации о

необходимости эвакуироваться, о путях эвакуации и действиях, направленных на обеспечение безопасности.

Не вызывает сомнения то, что эффективность эвакуации людей, находится в прямой зависимости от времени начала эвакуации $t_{н.э.}$, которое в свою очередь определяется интервалом времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей.

Федеральным законом и нормативными документами к системе речевого оповещения предъявляется ряд требований [1, 2, 3, 4]. Эти требования сводятся к одной цели: обеспечение разборчивости речевого сообщения и получение эвакуирующимися людьми достоверной информации.

Однако в этих нормативных требованиях не нашли отражение некоторые факторы, влияющие на разборчивость речевого сообщения.

Влияние архитектурно-строительных особенностей здания, конфигурации помещений, акустических характеристик звукоизолирующих и звукопоглощающих материалов, используемых в строительстве, имеют определяющее значение при распространении, отражении и поглощении звуковых волн. Данные характеристики существенным образом влияют на искажение речевого сообщения, т.е., другими словами на разборчивость и достоверность передаваемой речевой информации.

Таким образом, спроектировать СОУЭ речевого оповещения, обеспечивающую необходимую разборчивость и достоверность доводимой до эвакуирующихся информации можно только с учетом архитектурно-строительных и акустических характеристик здания, а именно:

- поэтажной геометрической конфигурацией здания;
- характеристиками звукоизолирующих и звукопоглощающих материалов в конструкциях здания или помещения.

На основании вышеизложенного при проектировании СОУЭ должны обязательно учитываться вышеперечисленные факторы, а их влияние на качество речевого оповещения людей при пожаре требует дальнейшего экспериментально-теоретического исследования.

Список литературы

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Текст]: федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ: [принят Гос. Думой 4 июля 2008 г.: одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 г.]. - Новосибирск: Сиб. ун-в. изд-во, 2008. - 144 с. – ISBN 978-5-379-00937-3.
2. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности. [Текст]. – Введ. 25 – 03 – 2009. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
3. ГОСТ Р 53325-2009. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний. [Текст]. Взамен ГОСТ Р 51089—97 – Введ. 18 – 02 – 2009. – М.: Изд-во стандартиформ, 2009.

4. СП 133.13330.2012. Сети проводного радиовещания и оповещения в зданиях и сооружениях. Нормы проектирования. [Текст]. – Введ. 01 – 09 – 2012. – М.: Минрегион России, 2012.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЫЛЕУЛАВИТЕЛЕЙ

**Каргашилов Д.В., начальник кафедры
Некрасов А.В., доцент, к.т.н.,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Пыль является одним из наиболее распространенных и существенных загрязнений воздуха, как в рабочей зоне цехов, так и на территории предприятия в целом. Кроме загрязнения окружающей среды, пыль горючих веществ является взрывопожароопасной, что диктует особые требования к технологическому оборудованию и технологическим процессам с горючими пылями.

Одним из широко распространенных процессов, является процесс очистки воздушных выбросов от пыли, а наиболее простым и распространенным пылеуловителем является циклон. Согласно ГОСТ 12.1.041-83 «Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования», взрывоопасные концентрации пыли образуются внутри циклона. Одной из важнейших задач при проектировании технологических процессов с применением циклонов, является подбор параметров процесса и оборудования, обеспечивающих поддержание в системе рабочей концентрации ниже нижнего концентрационного предела распространения пламени.

Однако, на ряду с пожаровзрывобезопасностью к циклонам предъявляется ряд требований, зачастую взаимно конфликтующих при реализации (производительность, степень очистки (эффективность), удельная стоимость очистки, надежность аппарата, его габариты, удобство обслуживания, и др.).

Согласовать между собой различные требования при разработке принципиально нового и модернизации существующего оборудования возможно только на основе научно обоснованных принципов разработки машинных технологий [1]. В качестве исходной базы при проектировании может выступать принцип идеализации. Его сущность в абстрагировании от известных технических решений и формулировании идеальных требований к оборудованию, затрагивающих только его основные качества и свойства. Важно отметить, что при идеальном моделировании увеличение эксплуатационной надежности производственного оборудования, технического уровня его обслуживания и эксплуатации неизбежно сопровождается совершенствованием системы противопожарной защиты на технологическом предприятии [2].

В результате применения идеализированного подхода разработана конструкция циклона, представленная на рис. 1. На рис. 2. показана винтовая вставка.

Циклон включает: цилиндрикоконический корпус 1, тангенциально расположенный под углом к горизонтали входной патрубков 2, выходной патрубков 3, вставку в форме винтовой поверхности 4, имеющую бортик 5 со щелевидными улавливающими отверстиями, разгрузочный патрубок 6.

Циклон работает следующим образом. Запыленный газ, поступающий в аппарат, благодаря взаимному расположению корпуса 1 и входного патрубка 2, движется по спирали по направлению к нижнему концу выходного патрубка 3. Под действием возникающей при этом центробежной силы, частицы пыли, находящиеся в газовом потоке, движутся к стенке корпуса циклона. При этом частицы пыли большего размера касаются стенки выше места установки вставки 4, опускаются по стенке циклона на поверхность вставки и движутся по ней вниз в коническую часть к разгрузочному патрубку 6. Частицы меньшего размера, имеющие меньшую радиальную составляющую скорости, движутся в нисходящем газовом потоке, тем самым достигают поверхности бортика 5 со щелевидными улавливающими отверстиями.

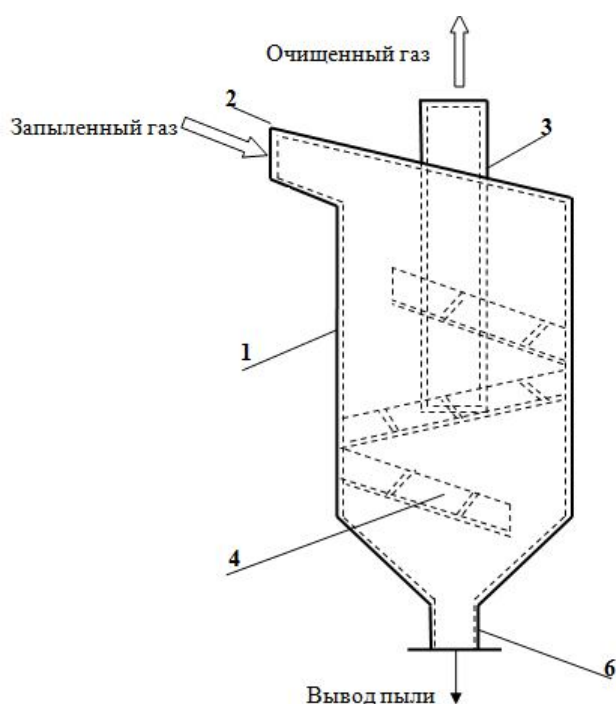


Рис. 1.

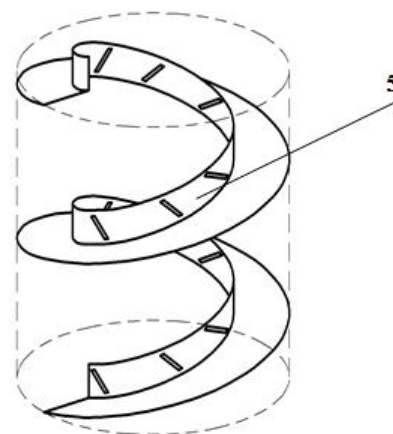


Рис. 2.

Продолжая движение по поверхности бортика 5, мелкие частицы пыли проходят через щелевидные улавливающие отверстия, попадают на поверхность вставки 4 и движутся по ней совместно с крупными частицами вниз к разгрузочному патрубку 6 и благодаря этому улавливаются. Бортик 5 вставки 4, также предотвращает их обратный радиальный унос с

поверхности вставки 4 и вынос из аппарата с выходящим газовым потоком при прохождении зоны его поворота в выходной патрубок 3.

Высота бортика, форма образующей винтовой поверхности, а также конфигурация, размеры, угол наклона, и количество щелевых улавливающих отверстий на бортике вставки в форме винтовой поверхности, определяются в зависимости от концентрации, физико-механических свойств пыли и режимных параметров работы пылеулавливателя из решения системы дифференциальных уравнений [3]:

$$\begin{aligned}\ddot{r} &= -g \cos \theta - \frac{fN}{m} \frac{\dot{r}}{v} + \frac{\mu}{m} (-v_B \sin \alpha - \dot{r}) + r\dot{\varphi}^2 \sin^2 \theta, \\ \ddot{\varphi} &= -f \frac{N}{m} \frac{\dot{\varphi}}{v} + \frac{\mu}{m} \left(\frac{v_B \cos \alpha}{r \sin \theta} - \dot{\varphi} \right) - \frac{2}{r} \dot{r} \dot{\varphi},\end{aligned}$$

где $v = \sqrt{\dot{r}^2 + (r\dot{\varphi} \sin \theta)^2}$ – скорость частицы; $N = m \sin \theta (g + r\dot{\varphi}^2 \cos \theta)$ – нормальная реакция поверхности; f – коэффициент трения скольжения частицы по поверхности циклона; m – масса частицы; v_B – скорость воздушного потока; r, φ, θ – сферические координаты; $\ddot{r}, \ddot{\varphi}$ – проекция ускорения частицы на соответствующие координатные оси; $\dot{r}, \dot{\varphi}$ – проекция скорости частицы на соответствующие координатные оси; $\mu = 3\lambda\pi d\mu_A$; λ – поправка на фактическую форму частиц; d – размер частиц; μ_A – динамическая вязкость воздуха.

Взрывоопасность технологического оборудования определяется не только количеством пыли, находящейся в данный момент во взвешенном состоянии, но и количеством осевшей пыли, способной перейти во взвешенное состояние. Применение винтовой вставки позволяет, как уменьшить общее количество пыли, одновременно находящейся в циклоне, так и снизить вероятность перехода уловленной пыли (аэрогель) во взвешенное состояние (аэрозоль).

Таким образом, представленная конструкция циклона является не только очередным подтверждением необходимости системного подхода к разработке современного технологического оборудования, но и раскрывает новые его аспекты. Неотъемлемым свойством машин и аппаратов, созданных на базе узкоспециализированных идеальных моделей, является их пожаровзрывобезопасность.

Список литературы

1. Панфилов В.А. Технологические линии пищевых производств. – М.: Колос, 1993. – 288 с.
2. Некрасов А.В., Калач А.В., Исаев А.А. Идеальное моделирование – основа совершенствования системы противопожарной защиты предприятий// Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – № 9. – С. 31-34.
3. Гавриленков А.М., Некрасов А.В., Каргашилов Д.В. Математическая модель движения частицы пыли у стенки циклона// Безопасность в техносфере. – 2009. – №2. – С. 35-37.

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ПОЖАРНЫХ МОТОЦИКЛОВ

Ковалёв А.А., Соколов Л.Н.

Национальный Университет Гражданской защиты Украины, г.
Харьков

Актуальной проблемой для Украины является ликвидация пожаров в сельской местности и на небольших предприятиях где экономически нецелесообразно держать пожарную автоцистерну. Одним из вариантов решения возникшей ситуации является использование малых мобильных средств тушения и спасания пострадавших которыми являются пожарные мотоциклы (ПМЦ).

Компанией BMW разработан и выпускается ПМЦ BMW R1200RT, (рис 1) который представляет собой мотоцикл BMW R1200 с установленной автономной системой пожаротушения которая состоит из двух соединенных между собой 25-литровых баков с водой, предварительно смешанной с пеной. [1,2]



Рис 1. Пожарный мотоцикл BMW R1200RT

Система пожаротушения приводится в действие сжатым воздухом под давлением 300 бар подаваемым из бака с плавающей крышей, выполненного из композиционного материала и имеющего объём 6,8 л. Из водяного бака вода подаётся в 30-метровый шланг, соединенный со стволом. Ствол оснащён пистолетной рукояткой и способен подать 22 л воды или 110 л жидкой пены в минуту на расстояние 11 м.

Силовая установка состоит из четырехтактного оппозитного двигателя комбинированного воздушного и масляного охлаждения с электронной системой управления впрыском топлива в коллектор, объемом 1170 см³ и мощностью 81 кВт (110 л.с.) при 7500 об/мин. Коробка передач шестиступенчатая, с карданным приводом на заднее колесо. Тормоза дисковые на всех колесах.

На Киевском мотоциклетном заводе выпускается пожарный мотоцикл Спрут-1 (Спрут-2) изготовленный, на базе тяжелого мотоцикла «Днепр-16». (рис 2)

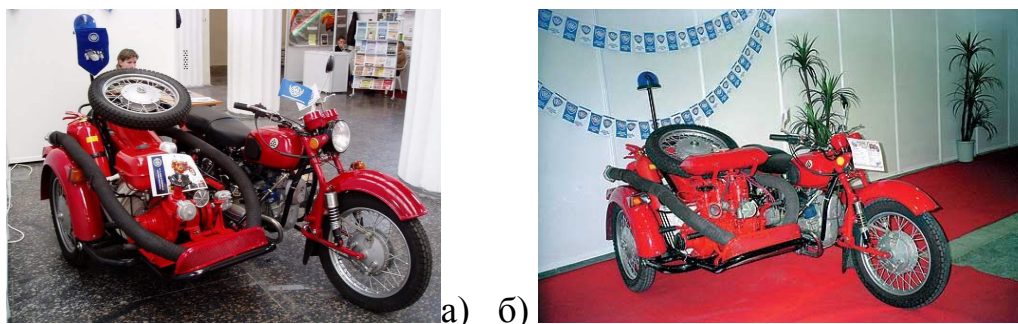


Рис 2 Пожарный мотоцикл Спрут-1-«а» и Спрут-2-«б»

ПМЦ оснащен мотопомпой МП 800 В01 производительностью 800 л/мин. В коляске ПМЦ размещен 100-литровый автоматический и 2-литровый порошковые огнетушители (ОП-5А, ОП-9 (3), ОУ-7), багор, штыковая лопата, пожарный топор. Мотоцикл оснащен, синим маячком-мигалкой, сиреной и двумя прожекторами. [3]

Силовая установка состоит из четырёхтактного карбюраторного двигателя с верхним расположением клапанов и воздушным охлаждением. Коробка передач четырёхступенчатая механическая с ножным переключением передач. Привод на заднее колесо и шасси коляски карданным валом. Тормоза двухкулачковые барабанные на все колеса.

В конструкторском бюро ОАО "Ижмаш-мото" разработан ПМЦ ИЖ-6.920-01 (рис 3)



Рис 3 Пожарный мотоцикл ИЖ-6.920-01

ПМЦ представляет собой мотоцикл ИЖ "Планета-5-01" у которого вместо заднего колеса жестко присоединен сваренный из стальных труб грузовой модуль который является платформой с 3 откидными бортами. В грузовом модуле установленная мотопомпа ИЖ-МП-1, которая обеспечивает максимальную подачу воды - 60 л/мин. и максимальный напор - 30 м. [4,5]

Мотоцикл комплектуется всасывающим и напорным рукавами, пожарными стволами, переходными головками, огнетушителями, шанцевым инструментом, ключом пожарной колонки. Экипаж размещается на двухместном сидении тандемом. Силовая установка состоит из одноцилиндрового двухтактного двигателя жидкостного охлаждения. Коробка передач механическая с ножным переключением передач. Раздаточная коробка двухступенчатая с передачей заднего хода и блокирующимся дифференциалом. Привод на колеса грузового модуля - цепной. Тормоза двухкулачковые барабанные на все колеса. Подвеска

переднего колеса - телескопическая вилка, задних - маятниковая с двумя амортизаторами.

Сотрудниками кафедры Инженерной и аварийно-спасательной техники, совместно с курсантами разработан и изготовлен ПМЦ на базе мотоцикла ИЖ "Планета-5-01" у которого вместо заднего колеса жестко присоединена грузовая рама из стальных труб, которая образует пространственную раму безопасности и грузовой кузов на котором размещено пожарно-техническое и инженерное оборудование. (рис 4)

Шасси грузового кузова содержит задний мост автомобиля ВАЗ 210* с дифференциалом повышенного трения, благодаря чему повышена грузоподъемности и проходимость ПМЦ. При реализации данной конструкции крутящий момент от коробки передач мотоцикла передается с помощью цепной передачи на звездочку установленную на чашке дифференциала повышенного трения. При этом главная передача редуктора ВАЗ 210* удалена.

Список литературы

1. <http://www.road-machines.ru>
2. <http://www.bmw.com>
3. Пожарная техника : [Учеб. для вузов МВД СССР / М. Д. Безбородько, В. П. Куприянов, К. Н. Степанов и др.] ; Под редакторшу М. Д. Безбородько; Висш. инж. пожар.-техн. шк. МВД СССР, 334,[1] с. ил. 21 см, 2-ое издательство, перераб. и доп. М. ВИПТШ 1989
4. Журнал "Автомобильная промышленность", 2005 год № 6
5. <http://www.izhmoto.ru>

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Куликов К.В., к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет, г. Иваново

Семенова К.В., к.т.н., старший преподаватель

Ивановский институт ГПС МЧС России, г. Иваново

В условиях глобализации и интеграции мирового пространства легкая промышленность играет значительную роль в обеспечении экономической и стратегической безопасности, занятости трудоспособного населения и повышении его жизненного уровня.

К сожалению, Российская действительность такова, что процесс обновления отечественной технической базы идет крайне медленно. Доля оборудования со сроком службы более 15 лет в общей возрастной структуре парка составляет не менее 80 %. Кроме того, стареющую производственную базу перемещают из городов в места с дешевой рабочей силой, каковыми являются поселки, села и пр. Это происходит с целью минимизации производственных затрат. Данные процессы затрагивают в основном легкую промышленность, в том числе и текстильную.

Предприятиям текстильной промышленности более других присущи причины возникновения пожаров и загорания, обусловленные особенностями технологических процессов и производственного оборудования. Специфика производства такова, что все операции связаны с повышенной пожарной опасностью. Это повышенная загазованность (пары аммиака и ацетона) в отделочных цехах, наличие хлопковой пыли в ткацких и подготовительных цехах.

На старых отделочных линиях установлены двигатели постоянного тока серии П и 2П. Характерной частью машин постоянного тока является коллектор в котором возможно появление искрения, а при не надлежащей эксплуатации появление, так называемого, кругового огня.

Все эти обстоятельства приводят к повышенной пожарной опасности.

С целью улучшения безопасности можно предложить замену приводов на базе двигателей постоянного тока на привода с асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором, которые практически пожаробезопасны при работе в агрессивных средах.

Кроме того, авторам представляется целесообразным, проведение специального инструктажа инспекционного состава, в местах расположения таких производств и ужесточения контроля за состоянием стареющей техники.

Все эти факторы должны снизить вероятность возникновения пожаров.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА

**Кутявин А.Г.,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Вопрос надежности аппаратуры настолько же важен для нас, насколько сложен и неоднозначен. Особое значение этот вопрос приобретает в отношении технических средств безопасности, и в том числе, пожарной безопасности. Современные автоматизированные системы пожарной сигнализации достаточно сложны и в экстремальных ситуациях управляют всем инженерным оборудованием здания, обеспечивая сохранение жизни людей. Поддерживать их в постоянной готовности – чрезвычайно важная задача. В связи с этим вопрос повышения надежности систем сигнализации постепенно превращается в вопрос безусловного обеспечения надежности, который можно выразить иначе – как вопрос непрерывного поддержания работоспособности системы.

Одним из необходимых условий повышения пожарной безопасности объектов является постоянное совершенствование пожарной автоматики и, в частности, пожарной сигнализации.

Одним из перспективных направлений для обнаружения пожара является применение современных видеотехнологий. Здесь можно выделить

два направления – создание видеодетекторов пожара, обнаруживающих пожар в помещении и на открытых площадках по специфическим признакам (задымленность, тепловые потоки и открытое пламя), а также систем видеомониторинга с функциями обнаружения пожара. Интерес к применению систем промышленного телевидения вызван, с одной стороны, бурным развитием данного вида техники, применением цифровых методов обработки и архивации видеосигнала, а с другой стороны – широкими возможностями их использования в системах пожарной безопасности для пожарной профилактики, эвакуации людей при пожарах, пожаротушения.

Основными направлениями исследований в области повышения пожарной безопасности объектов являются:

- разработка новых принципов действия тепловых извещателей с использованием термочувствительных элементов;
- совершенствование методов обработки сигнала с целью снижения времени обнаружения и повышения достоверности формирования извещения "Пожар";
- совершенствование конструкции чувствительного элемента, повышение технологичности его изготовления, уменьшение стоимости, а также расширение области применения за счет повышения устойчивости к воздействию внешних неблагоприятных факторов (повышенная влажность, агрессивная, взрывоопасная среда).

Одним из быстроразвивающихся направлений является разработка комбинированных пожарных извещателей (ПИ), использующих несколько признаков пожара. Исследования проводятся с целью повышения эффективности обнаружения пожара на объектах с изменяющейся пожарной нагрузкой, когда факторов пожара несколько или они не могут быть достоверно определены при проектировании систем пожарной сигнализации.

К новым направлениям обнаружения пожара можно отнести также использование различных, в частности, акустических эффектов, сопровождающих возникновение пожара. К таким эффектам можно отнести амплитудно-частотную модуляцию акустического сигнала в различных диапазонах частот, изменение давления, времени реверберации и др.

Применение новых методов и технических средств обнаружения пожара требует серьезного технико-экономического обоснования. Поэтому разработка методик оценки эффективности новых ПИ, систем на их основе занимает важное место в научно-технических исследованиях.

Временной подход к вопросу надежности позволяет сформулировать требования к оборудованию пожарной сигнализации, обеспечивающему непрерывное поддержание своей работоспособности. Прикладное значение концепции “непрерывной работоспособности” заключается в том, что она предоставляет инструмент обеспечения надежности более эффективный, чем простое дублирование извещателей, и в то же время менее дорогостоящий, так как позволяет отказаться от принципа дублирования. Этот вывод в целом соответствует действующим нормам пожарной

безопасности (при соблюдении других установленных нормами требований), и позволяет создавать пожарные извещатели нового типа, соответствующие требованию непрерывной работоспособности системы сигнализации – извещатели “с подтверждением исправности”.

Список литературы

1. Буцынская Т.А. Анализ направлений совершенствования пожарной сигнализации на основе патентной информации // Пожаровзрывобезопасность, № 3. -М.: Пожнаука, 2005.

О РАСХОДЕ ТОПЛИВА ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

**Консуров Н.О., Мисюра Н.И., к.т.н., доцент,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Пожарная техника эксплуатируется достаточно интенсивно - количество выездов на тушение пожаров, ликвидацию последствий стихийных бедствий и катастроф, в течение последних 10 лет остается практически постоянной и составляет около 500 выездов на 100 тысяч населения ежегодно. Приведенный пробег одного пожарного автомобиля, с учетом работы непосредственно на пожаре, находится в пределах 10 - 14 км. Общий расход топлива для пожарных автомобилей составят от 300 до 400 тысяч литров за год.

При разработке мероприятий по экономии топлива следует, по возможности, учитывать весь спектр факторов, которые влияют на систему ”аварийно-спасательный автомобиль - условия эксплуатации” (рис.1).

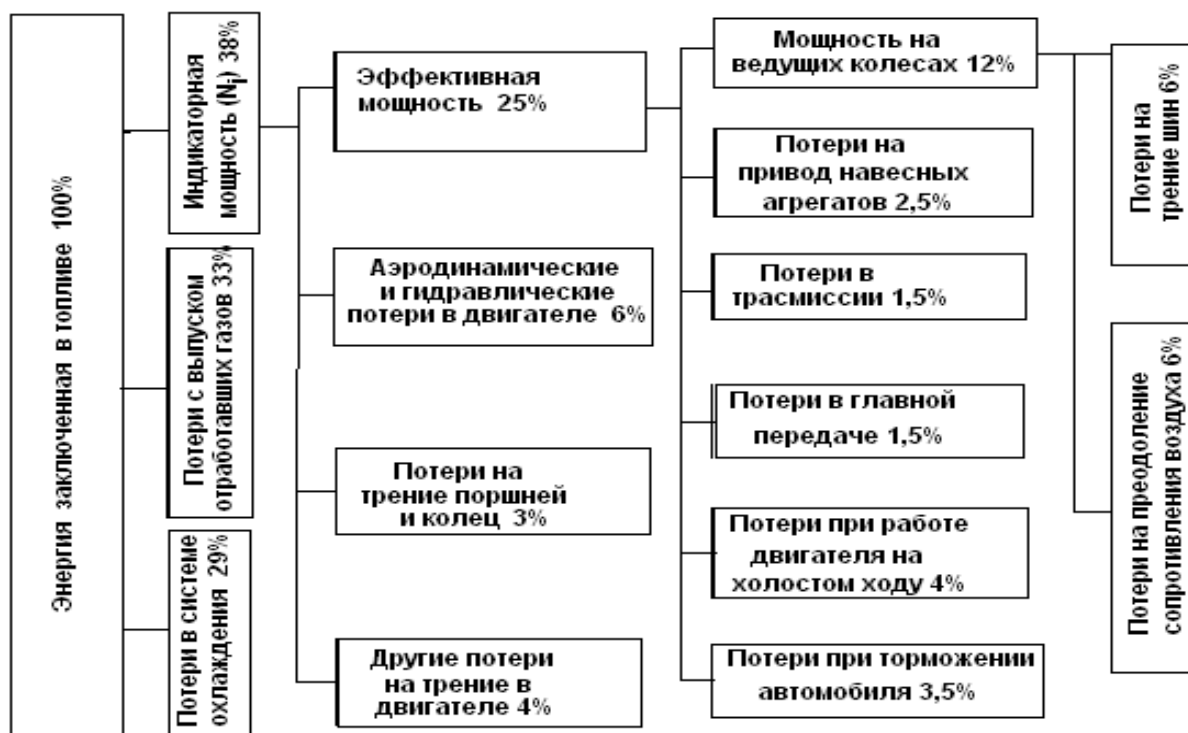


Рис.1. Распределение энергии в автомобиле при его работе.

Исходя из вышеизложенного можно сказать, что мероприятия разделяются на организационные и технические.

К организационным относятся мероприятия по уменьшению расхода топлива:

повышение скоростей движения; оптимизация маршрутов движения; усовершенствование нормирования, учета и анализа расхода топлива.

Технические мероприятия учитывают: усовершенствование методов определения технического состояния агрегатов и систем отдельно и в целом всего пожарного автомобиля; повышение эффективности технического обслуживания и ремонта; улучшение качества топлива и других эксплуатационных материалов.

Для совершенствования оценки расхода топлива необходимо наиболее полный учет дорожных, транспортных и атмосферно-климатических условий работы пожарного автомобиля, что постоянно изменяются.

Значительное влияние на расход топлива оказывают атмосферно-климатические условия. Основными структурными параметрами атмосферы является температура, давление и плотность. Они обладают пространственно-временной изменчивостью (годовой, сезонной, суточной) и сильно изменяются с увеличением высоты над уровнем моря. В зависимости от рельефа местности высота над уровнем моря достигает 5 км. На высокогорных магистралях давление воздуха снижается до 53 300 Па, плотность воздуха до 0,7 кг/см³, а температура воздуха до —20 °С. Изменение давления и температуры воздуха в конечном итоге влияет на состав смеси (коэффициент избытка воздуха) и мощность двигателя

(коэффициент полезного действия). При работе на дорогах в горной местности расход топлива увеличивается до 10%.

Режимы работы пожарной и аварийно-спасательной техники определяют особенности работы ее механизмов. При выезде, движении к месту чрезвычайной ситуации (ЧС) и возвращение к месту постоянной дислокации автомобиль работает в транспортном режиме, при такой нагрузке двигатель, трансмиссия, ходовая часть, начинает работать с максимальной нагрузкой без предварительного прогрева. Поэтому во время движения к месту чрезвычайной ситуации двигатель и агрегаты работают в режиме прогрева.

Пониженный тепловой режим агрегатов, повышает расход топлива (до 7%) и снижает долговечность автомобиля (на 12-15%).

При ликвидации чрезвычайной ситуации (пожар) двигатель автомобиля работает в стационарном нагрузочном режиме (приводит в действие пожарный насос, гидропривод, электрогенератор, компрессор и другие агрегаты) или в транспортном режиме (автомобили порошкового тушения). В зависимости от потребляемой стационарной мощности тепловое состояние агрегатов – нормальное или повышенное. Нагрузочный режим близкий к постоянному в отличие от переменного транспортного режима.

Уравнение для расхода топлива (л/100 км) автомобилей имеет такой вид [1]

$$Q = \frac{1}{\eta_i} \left[A i_k + B i_k^2 v_a + C \left(G_a \psi + \frac{kF v_a^2}{13} \right) \right], \quad (1)$$

где η_i – КПД индикаторный; i_k – средневзвешенная величина передаточного числа; G_a – полный вес автомобиля, кг; ψ – суммарное сопротивление дороги; kF – фактор обтекаемости автомобиля, $\text{кг} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-2}$; A, B, C – постоянные для данного автомобиля коэффициенты.

Для четырехтактных двигателей

$$A = \frac{74,5 V_h i_0}{H_u \gamma_k}, \quad B = \frac{3,3 V_h S_n i_0^2}{H_u \gamma_k^2}, \quad \tilde{N} = \frac{234}{I_{\epsilon} \gamma_{\delta}}, \quad (2)$$

где V_h – рабочий объем цилиндров двигателя, л; i_0 – передаточное число главной передачи; H_u – низшая теплотворность топлива, ккал/кг; γ – удельный вес топлива, $\text{г}/\text{см}^3$; r_k – радиус качения, м; S_n – ход поршня, мм; $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии автомобиля.

Основным недостатком существующей методики анализа расхода топлива [1] является отсутствие объективной оценки условий эксплуатации аварийно-спасательного автомобиля – учет состояния силовой передачи ($\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии автомобиля). КПД современных автомобилей изменяется в пределах от 53 до 70%, поэтому при снижении эффективности работы

трансмиссии на 5-7% расход топлива увеличится на 2-3%. Для пожарного автомобиля (нормативный расход - 35 л/100 км) увеличение расхода топлива составит 1-1,5 литра на 100 км или в пересчете на год - 100-150 литров.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что методика анализа расхода топлива подразделений МЧС должна совершенствоваться путем объективного учета условий эксплуатации.

Список литературы

1. Говорущенко Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей.— Х. : Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1984.— 312 с.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

**Мищенко И.В., к.т.н., доцент,
Чернобай Г.А., к.т.н., доцент**

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Рассматривается задача определения показателей надежности (вероятности безотказной работы, плотности отказов и среднего времени до разрушения) трубопроводных систем с учетом внешнего случайного кинематического воздействия с целью предотвращения аварийных ситуаций на объектах повышенной опасности. При внешнем кинематическом воздействии в различных элементах конструкции происходит накопление усталостных повреждений, что приводит к возникновению трещин, дальнейшему их развитию и последующему разрушению или отказу. Случайный характер внешнего кинематического воздействия приводит к необходимости решения задач статистической динамики и надежности в вероятностной постановке. Анализ накопленных повреждений в трубопроводной системе важен для определения ее работоспособности и предотвращения аварий на объектах повышенной опасности (летательные аппараты, металлургические предприятия и др.).

Расчет конструкций при вибрационной нагрузке рассмотрен в работе [1], решение задачи надежности для элементов конструкций при циклическом нагружении и различных физических моделях отказов на основе двумерных марковских моделей рассмотрено в работе [2], общая постановка задачи надежности с учетом внешнего случайного кинематического воздействия приводится в работе [3]. Предполагается, что внешнее кинематическое воздействие представляет стационарный нормальный случайный процесс с известной спектральной плотностью.

На первом этапе в рамках корреляционной теории с использованием метода конечных элементов решается задача случайных колебаний анализируемой конструкции. Используя соотношения теории упругости и метода конечных элементов, получаем вероятностные характеристики

напряжений в отдельных элементах конструкции. Определив наиболее опасные из них, переходим ко второму этапу, который состоит в прогнозировании надежности этих элементов [2,3]. Как правило, для данного класса конструкций параметры напряженно-деформированного состояния представляются в виде суперпозиции квазигармонических случайных процессов. Довольно часто одна из форм колебаний является доминирующей, что позволяет для решения задачи надежности сразу использовать узкополосный случайный процесс $y(t) = \lambda(t)\cos[\omega t + \varphi(t)]$ (в общем случае необходимо по выбранному методу схематизации осуществить приведение исходного широкополосного процесса к эквивалентному по повреждающему действию узкополосному).

На этом этапе использую следующие вероятностные характеристики, полученные ранее: одномерную плотность вероятности $f(\lambda)$ огибающей $\lambda(t)$ (амплитуды напряжений), несущую частоту ω , корреляционную функцию $K_y(\tau)$. Задача надежности решается с учетом различных факторов, в том числе вероятностном задании кривых усталости материала. Последнее позволяет учесть микроструктурную неоднородность материала и получить более точные по сравнению с использованием детерминированной кривой усталости показатели надежности конструкций.

В работе приводятся численные исследования по определению показателей надежности указанных конструкций при случайном кинематическом воздействии. Вероятностное задание кривой усталости дает заниженное по сравнению с детерминированной значение среднего ресурса, что является важным при оценке работоспособности объектов повышенной опасности.

Список литературы

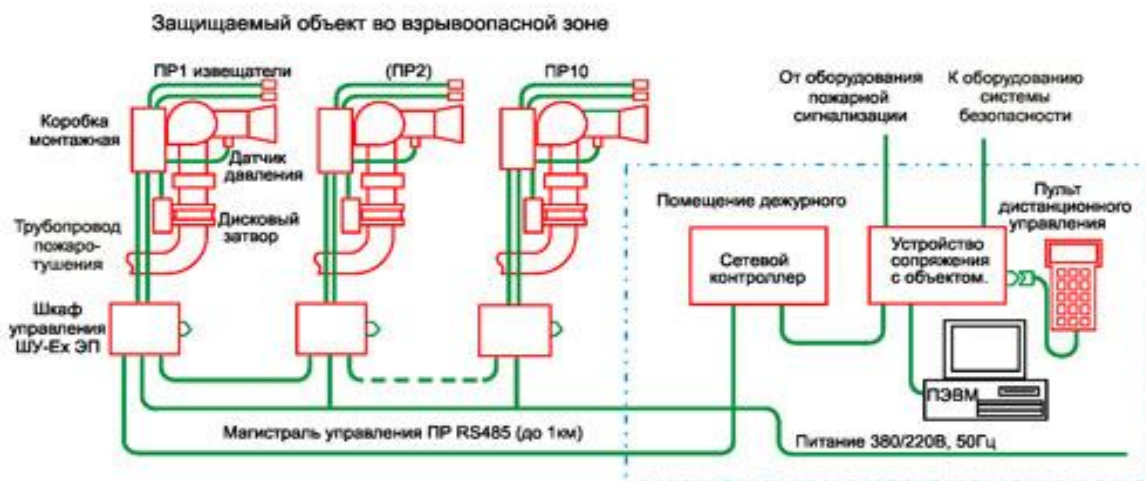
1. Гусев А.С., Светлицкий В.А. Расчет конструкций при случайных воздействиях. М.: Машиностроение, 1984. 240 с.
2. Жовдак В.А., Мищенко И.В. Прогнозирование надежности элементов конструкций с учетом технологических и эксплуатационных факторов. Харьков: ХГПУ, 1999. 120 с.
3. Мищенко И.В. Постановка задачи надежности при транспортировке опасных грузов с учетом внешнего случайного кинематического воздействия // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. Вип. 5. – Харків: Фоліо, 2006.-С. 150-155.

ПРЕИМУЩЕСТВО ПРИМЕНЕНИЯ РПК

**Морковкин И.Ю., Баженова Л.М., доцент
Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж**

Анализ мировых тенденций развития пожарной техники показывает, что качественное улучшение процесса пожаротушения достигается путем применения современных электронных и программных разработок, а также максимальной автоматизации всех процессов. Активное внедрение роботизированных устройств по всему миру говорит о перспективности разработок в этом направлении. Такие устройства позволяют исключить человеческий фактор из числа возможных причин невыполнения запланированных задач. В первую очередь целесообразно применять системы, устройства и т.п., способные работать без оператора, там, где существуют угрозы для жизни или здоровья людей. Так, пожарные роботы позволяют эффективно осуществлять обнаружение очагов возгорания. Они автоматически наводятся устройством подачи огнетушащего вещества (например, пожарным стволом) на зоны, где происходит горение, по заложенным внутри алгоритмам осуществляют подачу огнетушащих веществ с заданными характеристиками (например, для роботизированного ствола: длина струи, требуемый расход). Основу роботизированных пожарных комплексов составляют пожарные роботы. Среди известных типов пожарных роботов, включая андроидные и мобильные, наиболее широкое практическое применение нашли пожарные роботы на базе лафетных стволов. Пожарные роботы относятся к автоматическим установкам пожаротушения (АУП), считаются одним из самых надежных средств борьбы с пожарами: они приводятся в действие по объективным показателям и обеспечивают оперативное тушение очага возгорания в его начальной стадии без участия человека. Одно из ценных качеств пожарных роботов - способность защитить достаточно большую площадь - 5-15 тыс.кв.м при расходе 20-60 л/с соответственно. Водоснабжение осуществляется только по магистральной сети. Важно, что адресная доставка воды и пены осуществляется по воздуху по всей защищаемой зоне непосредственно на очаг загорания, а не на расчетную площадь, определенную проектом раз и навсегда. При этом соблюдается требующаяся интенсивность орошения благодаря дозированной подаче соответственно тепловой мощности очага загорания.

ТИПОВАЯ СХЕМА ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТА ПОЖАРНЫМИ РОБОТАМИ (ПР)



Пожарные роботы могут быть оснащены ИК-сканерами для автоматического обнаружения загорания и ТВ-камерами для видеоконтроля. Их чувствительность предполагает обнаружение очага возгорания площадью 0,1 кв.м в пределах защищаемой зоны, а быстродействие составляет считанные секунды, в течение которых определяются размеры возгорания в трехмерной системе координат.

Инженерным центром пожарной робототехники «ЭФЭР» освоено выпуск роботизированных пожарных комплексов с применением пожарных роботов во взрывозащищенном исполнении (РПК-Ех) для противопожарной защиты во взрывоопасных зонах.



Функциональные возможности РПК-Ех позволяют использовать его в автоматическом режиме для реализации безлюдных технологий в тяжелых и опасных для жизни людей условиях среды, а также значительно обезопасить труд пожарных при тушении в дистанционном режиме. При этом значительно сокращается количество необходимого персонала для тушения, что особенно важно для первых стадий пожара.

Пожарные роботы во взрывозащищенном исполнении особенно востребованы для защиты открытых объектов во взрывоопасных зонах и для высокопролетных сооружений с пожаро- и взрывоопасным производством. К ним можно отнести резервуарные парки, нефтеналивные эстакады, газоконденсатные установки, нефтяные терминалы и морские причалы,

морские нефтяные платформы, склады боеприпасов и др.

РПК-Ех обеспечивает весь необходимый цикл пожаротушения, а именно:

- взаимосвязь с автоматической установкой пожарной сигнализации объекта, инициирующей начало работы РПК;
- взаимосвязь с системой мониторинга с целью получения угловых координат очага загорания;
- определение координат загорания в 3-хмерной системе координат;
- автоматическое наведение на очаг загорания с учетом баллистики струй и выбором угла возвышения;
- определение площади загорания и выбор программы тушения;
- автоматический, автоматизированный, дистанционный и ручной режим работы РПК: - автоматическое тушение очага загорания двумя пожарными роботами в соответствии с заложенной программой и информационным обеспечением; дистанционное тушение пожара с использованием пультов ПДУ-П; дистанционное тушение пожара с использованием шкафов управления электроприводами ШУ-Ех ЭП; ручное тушение пожара непосредственно с лафетного ствола;
- самотестирование: в дежурном режиме система обеспечивает диагностику функционирования системы с передачей в систему мониторинга результирующей информации о готовности к применению.

Главными конкурентными преимуществами РПК-Ех являются:

- взрывозащищенное исполнение пожарных роботов и управляющего устройства, оснащенного также системой микроклимата, позволяющей работать на открытом воздухе в зимних условиях.
- применение РПК в экстремальных условиях, опасных для жизни людей.
- применение в качестве системы технического зрения двухканальной телекамеры во взрывозащищенном исполнении для видеонаблюдения и обнаружения очага возгорания.

Роботизированный пожарный комплекс во взрывозащищенном исполнении имеет сертификаты пожарной безопасности и ГОСТ-Р, в том числе сертификаты на взрывозащищенное оборудование.

Принцип работы установки пожаротушения: При срабатывании извещателей пламени сигналы поступают в аппаратуру управления РПК через блок сопряжения интерфейсов. АУП РПК уточняет координаты очага пожара в трехмерном пространстве с помощью ИК-сканеров пожарных роботов. После определения координат очага пожара АУП РПК выбирает роботы, осуществляющие тушение, и дает команду на открытие их дисковых затворов и соответствующих соленоидных клапанов для подачи пенообразователя. В автоматическом режиме пожаротушение начинается после выдержки времени, обеспечивающей эвакуацию людей из зоны пожара, в автоматизированном – после штатных действий оператора. В процессе тушения очага возгорания выполняется корректировка угла возвышения ПР с целью учета баллистики струи в зависимости от давления на выходе ПР. Во время пожаротушения программа поиска очага загорания

для смежных зон продолжает работать, автоматически контролируя возможность распространения загорания. При изменении координат загорания производится автоматическая коррекция программы пожаротушения. Программа пожаротушения через расчетный интервал времени автоматически прекращается, и продолжается программа поиска очага загорания по всей защищаемой зоне. Программа поиска очага загорания периодически повторяется при отсутствии обнаруженного очага загорания и отключается только оператором. Существующая на объекте система теленаблюдения обеспечивает оператору, при необходимости, возможность корректировать процесс тушения с помощью пультов дистанционного управления. Принцип работы установки охлаждения: при поступлении сигнала о перегреве несущих строительных конструкций оператор производит охлаждение строительных конструкций подачей воды с использованием не более 2-х роботов.

В заключение хотелось бы отметить, что пожарная робототехника – это основное направление, разработка, совершенствование, применение которых позволяет решать проблемы тушения пожара с большей эффективностью.

Список литературы

1. Журнал Алгоритм безопасности, 2010 .
2. Пожарная безопасность. Научно-технический журнал. М: ФГУ ВНИИПО МЧС России. - 2010 г. - № 4.
3. Пожарная безопасность. Научно-технический журнал. М: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2008 - № 1.
4. http://gov.karelia.ru/gov/News/2008/04/0423_17.html
5. Пожарный центр робототехники ЭФЭР.

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ ПРОЕКТА СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА

Мурин М.Н.,
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

При проектировании систем раннего обнаружения пожара, в частности систем автоматической пожарной сигнализации (АПС) и автоматического пожаротушения (АПТ) возникает задача оптимального распределения ограниченных ресурсов (финансовых, временных, кадровых и т.д.) проекта. На сегодняшний день имеется значительное число научных публикаций и множество инструментальных средств решения задач такого рода. В данной работе развивается подход, основанный на использовании теории оптимизационного геометрического проектирования [1, 2].

Теория оптимизационного геометрического проектирования позволяет представлять работы проекта как объекты размещения, необходимые ресурсы – как метрические характеристики (размеры) объектов, последовательность и условия частичной упорядоченности работ – как условия размещения. Указанные задачи рассматриваются в многомерном пространстве ресурсов и могут быть сформулированы как задачи оптимизационного геометрического проектирования, а именно как задачи оптимального размещения геометрических объектов с переменными метрическими характеристиками и пространственной формой в заданной области. [3].

Рассмотрим оптимизационную задачу прямоугольного размещения. Пусть имеется конечный набор $T_i, i = \overline{1, N}$, прямоугольных объектов размещения (работ проекта) и прямоугольная область размещения Ω вида $\Omega = \{(x, y) \in R^2 | x \in [0, Z], y \in [0, W], W = \text{const}, Z = \text{var}\}$.

Положение объекта T_i в области Ω задается параметрами размещения $(x_i, y_i), i = \overline{1, N}$.

Метрические характеристики $(a_i, b_i), i = \overline{1, N}$, объектов размещения являются непрерывно изменяющимися переменными в диапазоне

$$a_i \in [a_{i \min}, a_{i \max}] b_i \in [b_{i \min}, b_{i \max}], a_{i \min} > 0, b_{i \min} > 0.$$

при этом площадь S объекта при изменении метрических характеристик остается неизменной: $S_i = a_{i \min} \times b_{i \max} = a_{i \max} \times b_{i \min}$, то есть

$$b_i = S/a_i.$$

Оптимизационная задача формулируется следующим образом: необходимо разместить множество объектов в области Ω без взаимных пересечений так, чтобы длина занятой части Z была минимальной, т.е.

$$\text{найти: } cu \rightarrow \min_{D \subset \mathbb{R}^K}, \quad (1)$$

где $u = (x_1, y_1, a_1, \dots, x_N, y_N, a_N, Z)$; $c = (0, \dots, 0, 1)$, $K = (3N+1)$ – размерность задачи (1), D – область допустимых решений задачи, которая определяется ограничениями вида

$$T_i \subset \Omega, \quad (2)$$

$$\text{int } T_i(u_i) \cap \text{int } T_j(u_j) = \emptyset, \quad i, j = \overline{1, N}, i \neq j. \quad (3)$$

Здесь ограничение (2) определяет условие размещения объектов в области Ω , а условие (3) задает условие попарного взаимного непересечения объектов размещения,

Для решения оптимизационной задачи (1)-(3) предложен подход, основанный на использовании модифицированного метода минимизации по группам переменных с последующим перебором локальных экстремумов.

Предложенные модели и методы были программно реализованы в среде визуального программирования Delphi 7.0, язык программирования Object Pascal 6.0.

Осуществлено практическое использование разработанного алгоритмического и программного обеспечения при оптимизации распределения ограниченных ресурсов проекта системы автоматической пожарной сигнализации комплекса складских помещений предприятия ЧАО «Филипп Моррис Украина», г. Харьков, позволившее на 5 суток сократить сроки монтажа и уменьшить на 12 человек количество одновременно работающего персонала.

Список литературы

1. Стоян Ю.Г. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / Ю.Г. Стоян, С.В. Яковлев. – К.: Наук. Думка. – 1986. – 268 с.
2. Чуб И.А. Решение одной задачи управления ресурсами проекта как задачи оптимизационного геометрического проектирования / И.А. Чуб // Прикл. геометрія та інж. графіка. – 2009. – Вип. 81. – С. 51-56.
3. Чуб И.А. Метод решения задачи размещения прямоугольников с переменными метрическими характеристиками / И.А. Чуб, М.В. Новожилова, М.Н. Мурын // Радиоэлектроника и информатика. – 2007. – № 4. – С. 134–141.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ СПАСАТЕЛЬНЫМИ ФОРМИРОВАНИЯМИ И ВОИНСКИМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

**Неклонский И.М.,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Формирование современной нормативно-правовой базы, позволяющей эффективно реагировать на чрезвычайные ситуации (ЧС), является приоритетным направлением в области безопасности жизнедеятельности. Однако следует отметить, что на сегодняшний день нормативно-правовая база в Украине не в полной мере отвечает потребностям практической деятельности органов исполнительной власти, задействованных в сфере защиты населения и территорий от ЧС. Отсутствует системность в правовом регулировании вопросов взаимодействия функциональных подсистем в рамках Единой государственной системы гражданской защиты в целом и подразделений МВД Украины и МЧС Украины, в частности. Учитывая, что МЧС Украины (МЧС) и внутренние войска МВД Украины (ВВ МВД) входят в состав военного командования, которому вместе с органами исполнительной власти и органами местного самоуправления, предоставляется право осуществлять меры правового режима чрезвычайного положения, в том числе и при возникновении особо тяжелых ЧС техногенного и природного характера [1], становится актуальным вопрос совершенствования организационного обеспечения взаимодействия двух структур.

Разработаны с этой целью нормативно-правовые акты преимущественно регламентируют вопросы взаимодействия, которые обусловлены ведомственными интересами. Объективно оценить эффективность взаимодействия подразделений ВВ МВД и МЧС нельзя в связи с неопределенностью критериев оценки. Таким образом, для сравнения вариантов организации взаимодействия подразделений МЧС и ВВ МВД необходимо ввести соответствующие формальные критерии.

В работах [2-4] определены показатели сходства структурных элементов и показатели полноты организации взаимодействия двух систем (МЧС и ВВ МВД) и раскрыто их физический смысл, что позволяет упрощать структурно-функциональный анализ и определять приоритетные (наиболее важные) направления взаимодействия. При рассмотрении методологических основ разработки механизма взаимодействия между подразделениями ВВ МВД и МЧС в работе [5] обоснована необходимость введения общего показателя степени рациональности вариантов организации взаимодействия двух организационных систем. Наиболее пригодными для разработки критерия определения степени рациональности

вариантов организации взаимодействия рассматриваются модифицированные таксономические математические модели.

В работе [6] систематизирована совокупность показателей организации взаимодействия и с помощью таксономических методов получено формальный критерий для сравнения вариантов организации взаимодействия двух организационных систем, участвующих в ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Предложенный подход к решению проблемы оценки эффективности взаимодействия подразделений разных ведомств при возникновении ЧС позволит осуществить соответствующее научное обеспечение разработки нормативно-правовых и оперативных документов в этой сфере.

Список литературы

1. О правовом режиме чрезвычайного положения: Закон Украины от 16.03.2000 г. № 1550 - III / Верховная рада Украины. - Офиц. изд. - К: Официальный вестник Украины. № 15, 2000. - С. 7.
2. Кириченко И.А. Программное обеспечение для определения приоритетных направлений взаимодействия между формированиями сил гражданской защиты МЧС Украины и подразделениями внутренних войск МВД Украины при возникновении чрезвычайных ситуаций / Кириченко И.А., Неклонський И.М., Побережний А.А. // Проблемы чрезвычайных ситуаций. Сб. научн. раб. УГЗ Украины. Вып. 10. - Харьков: УГЗУ, 2009. - С. 84 - 90.
3. Побережний А.А. Методика определения приоритетных направлений взаимодействия между частями (подразделениями) внутренних войск МВД Украины и формированиями сил гражданской защиты МЧС Украины в случае возникновения чрезвычайных ситуаций / Побережний А.А., Неклонський И.М. // Честь и закон. - Харьков: Академия ВВ МВД Украины, 2009. - № 4. - С. 61 - 67.
4. Кириченко И.А. Подбор исходных данных для определения приоритетных направлений взаимодействия между формированиями сил гражданской защиты МЧС Украины и подразделениями внутренних войск МВД Украины в случае возникновения чрезвычайных ситуаций / Кириченко И.А., Неклонський И.М. // Проблемы чрезвычайных ситуаций. Сб. научн. раб. УГЗ Украины. Вып. 13. - Харьков: НУГЗУ, 2011. - С. 77 - 84.
5. Кириченко И.А. Методологические основы разработки механизма взаимодействия между спасательными формированиями сил гражданской защиты МЧС Украины и подразделениями внутренних войск МВД Украины при возникновении чрезвычайных ситуаций. / Кириченко И.А., Неклонський И.М. // Проблемы чрезвычайных ситуаций. Сб. научн. раб. УГЗ Украины. Вып. 14. - Харьков: НУГЗУ, 2011. - С. 84 - 97.
6. Неклонський И.М. Определение критерия оценки эффективности организации взаимодействия подразделений МЧС Украины и МВД Украины при ликвидации чрезвычайных ситуаций. / Неклонський И.М.,

ОСОБЕННОСТИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

**Олейник Е.Л., преподаватель
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Вследствие быстрого развития по вертикали пожары в высотных зданиях представляют большую опасность, создавая значительные сложности в обеспечении эвакуации и проведении спасательных работ. Продукты горения заполняют пути эвакуации, лифтовые шахты, лестничные клетки. На протяжении нескольких минут здание может быть полностью задымленным, что делает невозможным пребывание в нем людей без средств защиты органов дыхания. Причем наиболее интенсивно происходит задымление верхних этажей. Дополнительные сложности создает возможный выход из строя лифтового оборудования и систем противопожарной защиты. Существуют серьезные трудности для доступа спасателей в верхние этажи зданий, а также для установки пожарной техники на стилобаты.

Пожары, происходящие в высотных зданиях, часто приводят к многочисленным человеческим жертвам и вызывают широкий резонанс в обществе.

Анализ последствий пожаров в небоскребах, а также пожара Всемирного торгового центра в Нью-Йорке показал, что факторами, приведшими к трагическому развитию событий, являлись:

недостаточная огнестойкость строительных конструкций и инженерного оборудования;

блокировка путей эвакуации продуктами горения;

наличие больших внутренних объемов, не разделенных противопожарными преградами;

устройство центрального кондиционирования воздуха с многочисленными каналами;

наличие проходов в стенах и перекрытиях для электрооборудования и других технологических нужд;

устройство подвесных потолков.

Эти обстоятельства, а также большое количество людей, находящихся в помещениях, обуславливают необходимость отнесения высотных многофункциональных зданий к объектам повышенного внимания со стороны как проектировщиков, так и надзорных органов [1].

Пожарная безопасность высотных зданий обеспечивается системой противопожарной защиты и должна подтверждаться расчетным

обоснованием. Глобальные направления при разработке такой системы должны включать:

применение несущих и самонесущих конструкций, в частности противопожарных, с расчетными пределами огнестойкости;

расчетные схемы эвакуации из отдельных помещений и здания в целом;

установки внешнего, внутреннего и автоматического пожаротушения, пожарной сигнализации и оповещения, противодымной защиты, а также первичные средства пожаротушения, подтвержденные расчетными обоснованиями;

максимально безопасные схемы обеспечения энергией противопожарных установок;

автоматизированное управление установками, которые обеспечивают жизнедеятельность объекта;

организацию и отработку действий администрации, персонала, служащих и жильцов на случай возникновения пожара.

Целесообразно выполнить обязательный расчетный комплекс для высотных зданий, состоящий из:

расчета динамики опасных факторов пожара на фасадах здания для оценки возможности использования незадымляемых лестничных клеток с внешними воздушными зонами при эвакуации и обоснования размещения воздухозаборных устройств систем противодымной защиты;

расчета параметров воздушной среды в зоне покрытия здания для оценки возможности использования вертолетной техники для спасения людей и формирования требований к средствам защиты людей, которые находятся на покрытии;

расчета огнестойкости конструкций здания для оценки несущей способности отдельных элементов и конструктивной системы в целом, возможности распространения пожара за пределы помещения очага пожара;

расчета динамики развития опасных факторов пожара для разработки алгоритма эвакуации, плана спасательных работ и оценки уровня безопасности людей [2].

Указанные расчетные обоснования позволят отойти от волюнтаристских подходов при определении необходимых пределов огнестойкости несущих строительных конструкций, протяженности и размеров путей эвакуации, требований к проектированию систем пожаротушения и организации спасательных работ.

Список литературы

1. Болодьян И.А., Хасанов И.Р. О чем говорят пожары // Высотные здания. - 2010. - Ноябрь. - С.72-75.
2. Мешалкин Е.А. О пожарной безопасности высотных зданий // Высотные здания. - 2008.- Ноябрь.- С.118-122.

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНЫХ ВЗРЫВОВ ТОПЛИВОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

**Петрико Е.А., старший инспектор научно-исследовательского
отдела ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС, г. Минск,
Республика Беларусь**

Как показывает статистика, такое явление, как взрыв, происходит довольно часто и приводит к серьезным последствиям, которые связаны с травмированием или гибелью людей, разрушением строительных конструкций, технологического оборудования и зданий. Крупнейшие техногенные аварии и катастрофы, произошедшие в мире, унесли десятки и сотни человеческих жизней, привели к огромному материальному ущербу.

Анализ количества и последствий взрывов топливовоздушных смесей (ТВС) в мире и данные о количестве пожаровзрывоопасных объектов на территории Республики Беларусь свидетельствуют о сохраняющейся актуальности обеспечения безопасности людей, а также зданий, сооружений и технологического оборудования при взрывах.

По данным Республиканского центра управления и реагирования в чрезвычайных ситуациях МЧС Республики Беларусь на территории Республики Беларусь находится более 1000 производственных объектов, на которых возможно образование взрывоопасных смесей, при этом более чем на 300 объектах образование возможно в замкнутом объеме.

В период с 2002 по 2011 год на территории Республики Беларусь произошло более 100 взрывов, на которых погибло 30 человек. Результаты изучения литературных источников, статистических данных в Республике Беларусь и за рубежом показали, что при авариях на пожаровзрывоопасных объектах происходили взрывы около 80 наименований химических веществ и соединений, наиболее распространенными из которых являлись: природный газ, смесь пропан-бутан, пары бензина, аммиак, древесная и зерновая пыль.

Последствия фугасного воздействия взрыва на человека, технологическое оборудование, здания и сооружения при аварийных ситуациях на предприятиях нефтегазовой промышленности носят случайный характер и могут быть количественно оценены с использованием вероятностных методов анализа риска. Наиболее существенным фактором при взрывах ТВС, определяющим эффект фугасного поражения человека, является избыточное давление взрыва [1].

В настоящее время в литературе в качестве вероятностного критерия поражения человека избыточным давлением взрыва используются пробит-функции. С помощью данных зависимостей возможно определение вероятности:

- смерти вследствие повреждения легких;
- повреждения слуха вследствие разрыва барабанной перепонки;

- смертельного травмирования людей осколками и обломками;
- смертельного травмирования людей при ударе о жесткую преграду при перемещении тела человека как целого;
- смертельного травмирования людей при нахождении в разрушающемся здании.

Эти зависимости получены по результатам обработки экспериментальных данных воздействия параметров ударной волны ядерного взрыва, последствий аварийных взрывов ТВС, взрывчатых веществ, а также воздействия на животных волны избыточного давления при расширении воздуха в ударной трубе с интерполяцией результатов на млекопитающее массой 70 кг.

Обзор технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации Республики Беларусь показал, что зависимость для определения условной вероятности поражения человека избыточным давлением встречается в [2] и [3].

Анализ зависимостей, приведенных в литературных источниках и технических нормативно-правовых актах, показал, что существуют расхождения при расчете вероятностей поражения, определенных при равных исходных данных, до 9 раз. Вместе с тем, при изучении литературных источников установлено, что зависимости, приведенные в [2] относятся к определению вероятности нанесения жилым и общественным зданиям высотой до 4-х этажей незначительных и серьезных повреждений [4]. Данные зависимости не отражают вероятность поражения людей, находящихся внутри и снаружи зданий при взрывах ТВС. Соответственно, возможность адекватно оценивать распределение риска на территории пожаровзрывоопасных объектов отсутствует.

Следовательно, для определения возможности использования соответствующей пробит-функции при определении вероятности поражения человека избыточным давлением взрыва необходимо проведение натурных испытаний, при которых будут фиксироваться основные параметры, определяющие вероятность и характер поражения человека при взрыве ТВС: избыточное давление взрыва, импульс волны давления, движение тела человека.

На первом этапе исследования параметров поражения человека опасными факторами взрыва предполагается проверить допустимость использования приведенных в литературных источниках зависимостей, полученных для взрывов конденсированных взрывчатых веществ и поведение тела. В этой связи отсутствует необходимость использования дорогостоящих промышленно изготовленных манекенов и возникает потребность в разработке конструкции манекена с аэродинамическими характеристиками и сопротивлением проникновению в него твердых предметов (осколков, обломков), схожими с характеристиками тканей человека. За рубежом для этого часто используются баллистические желе различного состава. В результате изучения области применения и практики использования баллистических желе [5] установлено, что для проведения

экспериментальных исследований воздействия опасных факторов взрыва на человека допустимо использование желе, изготовленного из желатина с прочностью не менее 200 по шкале Блума.

Для изучения проблемы планируется создать лабораторную установку, позволяющую создавать избыточное давление взрыва при воспламенении топливовоздушных смесей в неограниченном пространстве, а также в замкнутом объеме, и разработать конструкцию манекена для оценки характеристик воздействия поражающих факторов взрыва механического действия (избыточного давления, осколков и обломков) на человека. При разработке конструкции манекена будет рассмотрена возможность размещения датчиков внутри манекена, вне его (в плоскости установки) и способ легко освобождаемого крепления манекена в вертикальном положении.

Список литературы

1. Козлитин, А.М. Вероятностные методы анализа последствий фугасного воздействия взрыва на человека, технологическое оборудование, здания, сооружения при аварийных ситуациях на предприятиях нефтегазовой отрасли. Саратов: СГТУ, 2000.
2. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: НПБ 5-2005. – Введ. 01.07.06. – Минск: Научно-иссл. ин-т пожарной безопасности и проблем чрезвычайн. ситуаций, 2006. – 42 с.
3. Система стандартов пожарной безопасности. Пожарная безопасность технологических процессов. Методы оценки и анализа пожарной опасности. Общие требования: СТБ 11.05.03-2010. – Введ. 01.01.2011. – Минск: Научно-иссл. ин-т пожарной безопасности и проблем чрезвычайн. ситуаций, 2010.
4. Methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials. CPR 16E. – Committee for the Prevention of Disaster caused by dangerous substances. The Hague: Directorate-General of Labour of the Ministry of Social Affairs and Employment, 1992. – 337 p.
5. Nicholas, N.C. Ballistic Gelatin: INLDT Report [Electronic resource] / N.C. Nicholas, J.R. Welsch. – Penn State Applied Research Laboratory, 2004. – Mode of access: <http://www.firearmsid.com/Gelatin/Ballistic%20Gelatin%20Report.pdf>. – Date of access: 10.01.2012.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРНЫХ КРАН-КОМПЛЕКТОВ

**Петухова Е.А., заместитель начальника кафедры, к.т.н., доцент
Горносталь С.А, преподаватель
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков**

Пожарные кран - комплекты (ПКК) - элементы системы противопожарной защиты, которые обязательны для установки в высотных (высотой более 73,5 м) жилых и общественных зданиях. Согласно требованиям п. 9.108 ДБН В.2.2-24:2009 «Здания и сооружения. Проектирование высотных жилых и общественных зданий» в каждой квартире должен размещаться пожарный кран-комплект, присоединенный к сети хозяйственно-питьевого водопровода здания. Согласно п. 9.106 в шкафу пожарного крана жилых и общественных высотных зданий необходимо устанавливать пожарный кран-комплект, который присоединяется к пожарному стояку. Таким образом, для пожарных кран - комплектов, которые присоединяются к хозяйственно – питьевому водопроводу и к пожарным стоякам гидравлические условия использования и характеристики оборудования не одинаковые, что обеспечивает разные фактические расходы воды на тушение пожара.

Определение характеристик ПКК для жилых зданий возможно с помощью алгоритма [1]. Для реализации отдельных блоков алгоритма проведены исследования необходимых и фактических расходов воды для ПКК, которые присоединяются к хозяйственно - питьевому водопроводу [2]. Но фактические расходы воды с ПКК при разных условиях их водоснабжения не определены.

Для реализации алгоритма определения характеристик ПКК [1] необходимо провести дополнительные исследования для условий подключения ПКК к разным сетям водоснабжения и учесть результаты в структуре означенного алгоритма. Исходя из требований ДБН В.2.2-24:2009 ПКК, которые присоединяются к хозяйственно - питьевому водопроводу и к пожарному стояку должны иметь практически одинаковые характеристики элементов, которые входят в его состав, а именно:

- диаметр насадка распылителя - от 4 мм до 12 мм;
- длина рукава - от 15 м до 30 м.

Отличаются требования к диаметрам рукавов:

- при присоединении к пожарному стояку - не менее 25 мм;
- при присоединении к хозяйственно - питьевому водопроводу - 19 мм, 25 мм, 33 мм.

Значение минимальных и максимально возможных напоров в системе противопожарного и хозяйственно - питьевого водоснабжения отличаются, поэтому и значение фактических расходов воды с ПКК при разных условиях их присоединения будут разными.

Для определения фактических значений расходов воды с ПКК при всех возможных комбинациях уровней факторов (давление в сети (для двух вариантов подключения ПКК), диаметр насадка ствола, длина пожарного рукава) было выполнено четыре эксперимента. При проведении экспериментов использовалась полиномиальная зависимость второго порядка [3], центральный, композиционный, рототабельный униформ-план. Необходимое количество опытов $N=20$, при количестве факторов $k=3$ и количества опытов в центре плана $n_0=6$ [3] для каждого эксперимента.

По результатам экспериментов были определены коэффициенты регрессии. С целью проверки значимости коэффициентов, получены статистические оценки дисперсии коэффициентов. Проверка адекватности полученных моделей выполнялась по критерию Фишера. Окончательно модели фактических расходов воды с ПКК при разных условиях их присоединения к водопроводной сети и разных диаметрах рукавов (19 мм, 25 мм и 33 мм) приняли вид:

- при подключении ПКК к пожарному стояку:

$$y_1 = 3,38 + 0,94x_1 - 0,03x_2 - 0,34x_3 - 0,087x_1x_3 - 0,008x_1x_2 + 0,008x_2x_3 - 0,12x_1^2 + 0,027x_2^2 + 0,085x_3^2;$$

где y_1 – фактические расходы воды из ПКК с рукавами диаметром 25 мм, л/с;

$x_1 = (7,8 \div 90)$ – давление в противопожарном водопроводе, м;

$x_2 = (4 \div 12)$ – диаметр насадка распылителя, мм;

$x_3 = (15 \div 30)$ – длина рукава, м;

- при подключении ПКК к хозяйственно-питьевому водопроводу:

$$y_2 = 2,36 + 0,75x_1 - 0,017x_2 - 0,24x_3 - 0,07x_1x_3 - 0,005x_1x_2 + 0,004x_2x_3 - 0,12x_1^2 + 0,025x_2^2 + 0,065x_3^2;$$

$$y_3 = 2,69 + 0,86x_1 - 0,025x_2 - 0,27x_3 - 0,078x_1x_3 - 0,0068x_1x_2 + 0,0063x_2x_3 - 0,14x_1^2 + 0,028x_2^2 + 0,073x_3^2;$$

$$y_4 = 3,22 + 1,03x_1 - 0,04x_2 - 0,31x_3 - 0,09x_1x_3 - 0,012x_1x_2 + 0,01x_2x_3 - 0,168x_1^2 + 0,03x_2^2 + 0,086x_3^2;$$

где y_2 – фактические расходы воды из ПКК с рукавами диаметром 19 мм, л/с;

y_3 – фактические расходы воды из ПКК с рукавами диаметром 25 мм, л/с;

y_4 – фактические расходы воды из ПКК с рукавами диаметром 33 мм, л/с;

$x_1 = (2 \div 60)$ – давление в хозяйственно – питьевом водопроводе, м;

$x_2 = (4 \div 12)$ – диаметр насадка распылителя, мм;

$x_3 = (15 \div 30)$ – длина рукава, м.

Учитывая полученные модели определения фактических расходов воды из ПКК, предлагается дополнение к алгоритму выбора характеристик ПКК [1], в зависимости от конструктивных и гидравлических условий его использования.

Полученные по результатам экспериментов модели позволяют реализовать блок алгоритма «минимальные фактические расходы воды из ПКК».

Для определения характеристик ПКК для конкретного высотного жилого или общественного здания предложено дополнение к алгоритму выбора характеристик ПКК. Реализуя работу блоков предложенного алгоритма, возможно для заданного здания (учитывая его конструктивные особенности и характеристики пожарной нагрузки), обеспечивающегося водой из водопроводной сети с известными гидравлическими параметрами, определить характеристики оборудования ПКК (диаметр и длину рукава, диаметр насадка распылителя).

Список литературы

1. Петухова О.А. Розробка пропозицій щодо вибору обладнання кранів квартирної пожежогасіння у житлових будівлях підвищеної поверховості / О.А. Петухова, С.А. Горносталь // Проблеми пожарной безопасности. – 2008. - № 24. - С. 120 – 124.
2. Петухова О.А. Визначення фактичної кількості води при використанні квартирних пожежних кран-комплектів / О.А. Петухова, С.А. Горносталь // Проблеми пожарной безопасности. – 2008. - № 23. - С. 136 - 141.
3. Винарский М.С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях / М.С. Винарский, М.В. Лурье. – К.: Техника, 1975. - 168 с.
Петухова Е.А.

ПРИМЕНЕНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПОЖАРНОЙ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Репин Д.С., преподаватель
Назаров Г.Е., старший преподаватель, к.т.н.
Колбашов М.А., преподаватель, к.т.н.
Ивановский институт ГПС МЧС России, г. Иваново

Одним из приоритетных направлений в системе МЧС России при эксплуатации автотранспортных средств, как на колесном, так и на гусеничном шасси является повышение их надежности. Анализ состояния пожарной и аварийно-спасательной техники при пробегах близких к капитальному ремонту показывает, что основными причинами отказов является преждевременный износ трущихся частей. Отягчающим обстоятельством служит особый интенсивный режим работы специальной техники, связанный с негативным воздействием ряда факторов. Это температурные перепады, экстремальные динамические нагрузки, неустановившийся режим работы, реверсивные нагрузки, попадание абразивных материалов из окружающей среды, водные загрязнения смазочных материалов и топлива.

Таким образом, надежность пожарной и аварийно-спасательной техники неразрывно связана с износоустойчивостью трущихся пар. Наиболее часто в ответственных узлах трансмиссии одна или обе сопряженные детали изготавливаются из сталей с различным химическим составом.

В современной пожарной и аварийно-спасательной технике широкое применение нашли различные виды сталей и сплавов с износоустойчивыми свойствами. Так, например, в пожарной технике стали используются для изготовления шпинделя и его опорной гайки в пожарном гидранте, поршневые пальцы, коленчатые и распределительные валы двигателей внутреннего сгорания, элементы топливной аппаратуры, валы и зубчатые колеса коробок передач и коробок отбора мощности, валы пожарных насосов, шпиндели напорных задвижек насосов, сопряженные детали пеносмесителей.

Высокие требования надежности предъявляются к элементам гидравлической системы таким, как гидроцилиндры, гидронасосы и гидромоторы, золотники гидрораспределителей, диски гидравлических тормозов редукторов механизмов поворота.

Особую группу нагруженности по износу имеют узлы гусеничной техники, которая не заменима для проведения поисково-спасательных работ в условиях бездорожья, при тушении лесных массивов, торфяных болот.

Применяя передовые технологии механической обработки, как при изготовлении, так и при ремонте деталей возможно существенное снижение износа а, следовательно, и повышение надежности работы пожарных и

аварийно-спасательных формирований МЧС России. Механическая обработка деталей широко применяется при восстановлении работоспособности силовых установок. Наиболее часто ремонту подвергается шатунно-поршневая группа (точение или шлифование шеек коленчатого вала). Механизм газораспределения (фрезерование, шлифовка и притирка посадочных мест впускных и выпускных клапанов, расточка втулок коромысла клапанов и точение валиков коромысел, шлифовка толкателей клапанов и расточка втулок толкателей, шлифование шеек и кулачков распределительных валов, расточка втулок центрифуги фильтра тонкой очистки моторного масла). [1]

Ремонт гидравлических систем аварийно-спасательной техники происходит, как правило, путем замены изношенных узлов. Однако их производство неразрывно связано с механической обработкой и на этой стадии целесообразно применение смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) качественно улучшающих износостойкость сопряженных пар трения.

В предложенной статье рассматриваются применение специальных составов смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) для изготовления деталей пожарной и аварийно-спасательной техники, а также для их ремонта в специализированных подразделениях технической службы МЧС России.

Одним из направлений повышения работоспособности режущих инструментов и совершенствование процессов обработки металлов резанием является широкое применение СОТС. В связи с разнообразием требований, предъявляемых к СОТС для механической обработки металлов, в них вводят компоненты различного функционального действия. Применение в качестве присадок высокомолекулярных соединений, по мнению многих авторов [3,4], способствует улучшению смазочных свойств СОТС. Так же в качестве усиления смазочного химического действия полимерсодержащих СОТС можно применить физический метод активации, а именно активацию коронным разрядом. Наличие ионизирующего излучения при соответствующих условиях (температура, каталитическое действие ювенильных поверхностей металлов) может быть мощным генератором свободных радикалов.

В работе [2] для изучения влияния коронного разряда на действие СОТС с присадками полимеров на процесс обработки металлов резанием были взяты: полиэтиленгликоль и поливиниловый спирт. В качестве смазочно-охлаждающей технологической среды (базовой СОТС) использовался 5% раствор ЭФТОЛ (ТУ 0258-137-05744685-00). Эффективность воздействия активированных СОТС с присадками полимеров на процессы лезвийной обработки изучалась при точении стали 45 упорнопроходными резцами из быстрорежущей стали Р6М5. Были проведены измерения шероховатости поверхности стали 45 после точения с различными скоростями резания. Исследования влияния активированной коронным разрядом полимерсодержащей СОТС при резании на

шероховатость обработанной поверхности стали 45 показали, что в присутствии среды среднее значение высоты микронеровностей снижается на 25-35% по сравнению с применением базовой СОТС (Эфтол).

Были измерены остаточные напряжения. Особенность остаточных напряжений после механической обработки состоит в том, что они действуют практически только в поверхностных слоях глубиной несколько десятков микрометров. Однако как показывает опыт эксплуатации, остаточные напряжения в поверхностных слоях могут повлиять на прочность всей детали, особенно при действии переменных напряжений. Два основных фактора вызывают возникновение остаточных напряжений – это пластические деформации и нагревание поверхностных слоев.

Также произведены исследования остаточных напряжений в поверхностных слоях стали 45. При резании стали 45 напряжения в поверхностном слое были сжимающими. Наименьшие остаточные напряжения по всей глубине залегания наблюдались после обработки с применением отрицательно активированной полимерсодержащей СОТС. Установлено, что максимальное уменьшение величины остаточных напряжений составляет величину порядка 20% по сравнению с базовой СОТС и порядка 10% по сравнению с положительно активированной СОТС.

Таким образом в заключении стоит отметить, что представлена попытка поиска оптимальных СОТС для производства различных узлов аварийно-спасательной техники и, как правило, это неразрывно связано с механической обработкой.

Список литературы

1. Безбородько М.Д. Пожарная техника: Учебник / Под ред. М.Д. Безбородько. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2004, С. 425 – 443.
2. Латышев В.Н., Наумов А.Г., Латышев В.Н. Влияние активированных полимерсодержащих СОТС при обработке металлов резанием // Металлообработка – 2011-№4(65)- С. 2-4.
3. Подзолков А.И., Дубовик Ю.А., Бабенко Д.А. Влияние полимерсодержащих смазывающе – охлаждающих технологических средств на эффективность резания металлов // Вестник ХНТУ № 3(29), 2007 г. С. 184-189.
4. Сошко А.И. Механическая обработка металлов // Полимеры в технологических процессах обработки металлов, — Киев: Наук, думка, 1977. — С. 7-15.

СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ НА АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ

Рудаков С.В., к.т.н., доцент,
Мусяненко А.Н., адъюнкт Национального университета гражданской
защиты Украины, г. Харьков

Анализ статистических данных показывает, что ежегодно в Украине от электротехнических изделий происходит около 50 000 пожаров; это составляет 20-25% к общему числу пожаров в стране. Традиционно наиболее пожароопасными из года в год (более 60% к общему числу пожаров от электроустановок) являются кабельные изделия [1,2].

"Первенство" кабельных изделий по пожарной опасности среди всех электротехнических изделий особенно наглядно подтверждает интегральный показатель - ранг пожарной опасности, который включает три основных статистических показателя: число пожаров, наносимый ущерб и число погибших на пожаре людей.

Коэффициент значимости пожарной опасности K_i каждого вида изделий определяется по сумме рангов (мест), которые этот индекс занимает в ранжированном, в порядке уменьшения показателя, ряду по количеству пожаров (R_n), наносимому пожаром ущербу (R_y) и числу погибших (R_r)

$$K_i = S_i / S_1,$$

где $S_i = R_n + R_y + R_r$ - сумма рангов i -го изделия; S_1 - сумма рангов наиболее пожароопасного изделия (в данном случае кабелей).

Для обеспечения новых требований пожарной безопасности в 2011 году были разработаны рецептуры ПВХ-пластикатов, предназначенных для изоляции, оболочек и внутреннего заполнения кабелей. Своевременное выявленное отклонение значений параметров изоляции отдельного кабеля от нормативных, помогает спрогнозировать старение изоляции остальных кабелей, находящихся в одинаковых условиях эксплуатации, что способствует снижению пожарной опасности кабелей. В кабелях контроль характеристик (частичной емкости, угла диэлектрических потерь) каждой из компонент (полиэтилен, ПВХ-пластикат) изоляции по отдельности невозможен.

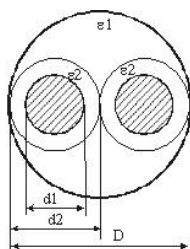


Рис.1. Поле экранированной витой пары.

Рассмотрим поле экранированной витой пары (рис.1). Она содержит три электрода: две жилы и экран. Это дает возможность создавать в ней разные

структуры электрического поля, концентрируя его, в основном, либо в изоляции одной жилы, либо - другой, либо в промежутке между ними. Электроды из участка изоляции, который необходимо исключить из контроля, закорачиваются. Часть силовых линии при этом, все таки проникнет в закороченную часть изоляции, вызывая потери в ней.

Существует несколько методов нахождения характеристик одного (искомого) компонента на фоне совокупных измерений: частотный, временной, пространственный [2, 3]. При использовании этих методов не учитывается частичное проникновение электромагнитного поля в изоляцию отдельных элементов кабеля. Рассмотрим два вида испытательных схем (рис..2): а) “две жилы - экран”; б) “жила - против второй жилы и экрана совместно”.

В расчетной модели учтем различие диэлектрических проницаемостей межфазного заполнения (ϵ_1) и изоляции жил (ϵ_2).

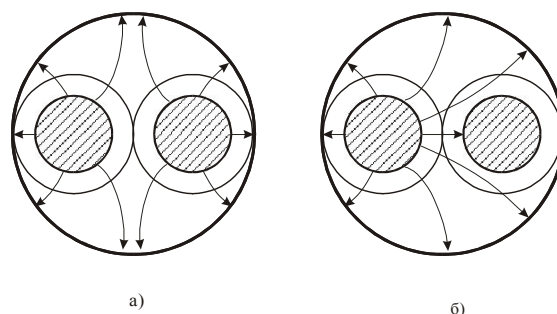


Рис.2. Характер силовых линий поля при разных схемах испытаний.

Расчет выполним методом расчета поля в вакууме. Расчетные модели содержат поверхности, совпадающие с границами раздела сред исходной задачи. На поверхностях следует расположить заряды и подобрать их плотности σ , Кл/м² так, чтобы на поверхностях модели, отражающих электроды, достигались заданные потенциалы, а на поверхностях, отражающих границы раздела диэлектрических сред - выполнялись граничные условия равенства нормальных составляющих вектора электрического смещения. Тогда поле модели будет идентично полю исходной задачи. Испытуемый отрезок кабеля изогнут по форме окружности радиуса R_0 . Именно в таком виде он и помещается в испытательную камеру.

Система интегральных уравнений может быть представлена для узлов, расположенных на поверхностях электродов, записываются интегральные уравнения Фредгольма *первого рода* :

$$\frac{1}{4\pi \epsilon_0} \int \frac{\sigma(M) \cdot 4R_M \cdot K(k) \cdot dl_M}{\sqrt{(Z_Q - Z_M)^2 + (R_Q + R_M)^2}} = \varphi(Q), \quad (1)$$

где $K(k)$ - полный эллиптический интеграл первого рода;

$$k = \sqrt{\frac{4R_Q R_M}{(Z_Q - Z_M)^2 + (R_Q + R_M)^2}} ;$$

R_Q, Z_Q - цилиндрические координаты точки Q, в которой ищется потенциал; R_M, Z_M - цилиндрические координаты точки M, в которой расположен заряд; dl_M - длина участка образующей с центром в точке M; $\sigma(M)$ - плотность вторичного заряда на этом участке (Кл/м²); ϵ_0 - электрическая постоянная; $\varphi(Q)$ - заданный потенциал точки Q. Интегрирование в (1) осуществляется по всем образующим кольцевых поверхностей осесимметричной модели. Численно решая СЛАУ, найдем плотности искомых вторичных зарядов.

Энергия электростатического поля в изоляции закороченной жилы может составлять $0,0616 \div 0,157$ от энергии поля в изоляции не закороченной жилы. Для кабеля с полиэтиленовой изоляцией и типовым соотношением $\delta/R = 1$ величина $W_2/W_1 = 0,117 \approx 12\%$.

Приведена оценка числового значения относительной погрешности измерения напряженности поля в изоляции кабелей, которое позволило учесть влияние зондирующего электромагнитного поля при контроле параметров изоляции кабелей. Предложена расчетная модель влияния зондирующего электростатического поля на погрешность результата контроля изоляции отдельных компонент кабелей, которая применяется для своевременного выявления отклонений значений параметров изоляции отдельного кабеля от нормативных. А это, в свою очередь, помогает спрогнозировать старение изоляции остальных кабелей, находящихся в одинаковых условиях эксплуатации, что способствует снижению пожарной опасности кабелей.

Список литературы

1. Рудаков С.В. Предотвращение чрезвычайных ситуаций на атомных станциях путем оценивания состояния изоляции кабельных изделий. – Х.: Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наукових пр. УЦЗУ, 2008. – 325 с.
2. Шалыг Г.М. Определение мест повреждения в электрических цепях. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 312 с.
3. Беспрозванных А.В., Набока Б.Г., Рудаков С.В. Контроль параметров изоляции трехфазных кабелей методом косвенных. – Х.: НТУ «ХПИ», 2002. – Вып. 7, Т.1. – С.103-108.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНО - ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

**Синельников А.В., преподаватель,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России,
г. Воронеж**

Нормативное правовое регулирование в области пожарной безопасности представляет собой принятие органами государственной власти нормативных правовых актов по пожарной безопасности. Деятельность по обеспечению пожарной безопасности, организации и осуществлению ГПН определяется Конституцией РФ, международными договорами РФ, федеральными конституционными законами, федеральными законами, указами и распоряжениями Президента РФ, постановлениями и распоряжениями Правительства РФ, нормативными правовыми актами МЧС России. Наиболее общие принципы нормативного регулирования обеспечения безопасности личности, общества и государства закреплены в Конституции РФ.

Один из основополагающих принципов деятельности государства, возведенный в ранг общегосударственной политики - создание условий, обеспечивающих достойную жизнь и свободное развитие человека.

Частью 3 ст. 55 [1] устанавливаются границы пользования правами и свободами, нарушение которых ведет к нарушению прав и свобод других лиц. Конституция устанавливает пределы допустимых ограничений прав и свобод человека и гражданина, но только тех, которые необходимы в целях защиты основ конституционного строя, нравственности, здоровья, прав и законных интересов других лиц, обеспечения обороны страны и безопасности. Этот перечень является исчерпывающим. Такие ограничения являются жизненно необходимыми для человека, общества, государства.

Согласно части 3 ст. 41 [1] сокрытие должностными лицами любого уровня фактов и обстоятельств, создающих угрозу для жизни и здоровья людей, влечет за собой ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Нормативное регулирование в области пожарной безопасности — установление уполномоченными государственными органами в нормативных документах обязательных для исполнения требований пожарной безопасности.

Федеральный закон «О пожарной безопасности» определяет общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в РФ, регулирует в этой области отношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления, учреждениями, организациями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, иными юридическими лицами независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также между общественными

объединениями, должностными лицами, гражданами РФ, иностранными гражданами, лицами без гражданства.

Составной частью сил обеспечения безопасности личности, общества и государства является Государственная противопожарная служба. В состав ГПС входят федеральная противопожарная служба и противопожарная служба субъектов РФ [2].

В целях реализации государственной политики в различных сферах деятельности, осуществления нормативного регулирования вопросов обеспечения безопасности, а также специальных разрешительных, надзорных и контрольных функций, в установленном порядке создаются уполномоченные органы государственного контроля (надзора), входящие в состав федеральных органов исполнительной власти.

Особое место в правовой базе по организации и осуществлению государственного контроля занимает Федеральный закон № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».

Деятельность по нормативно-правовому регулированию требует постоянного совершенствования. Несмотря на то, что в последние годы принят ряд нормативных правовых актов, в части декларирования пожарной безопасности объекта, методики расчёта пожарных рисков на объектах различного функционального назначения и другие, требуется сделать ещё ряд шагов, в этом направлении, в частности внесение изменений в Уголовный и Административный Кодексы РФ, принятие федерального закона об обязательном страховании ответственности за причинение вреда третьим лицам в результате пожара, которые, безусловно, будут способствовать выстраиванию стройной системы взаимоотношений между собственником и государством и тем самым способствовать решению проблем обеспечения пожарной безопасности государства, что в свою очередь позволит гражданам нашей страны получить состояние защищённости от пожара [2].

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.).
2. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
3. Федеральный закон от 26 декабря 2008 года № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА В СФЕРЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Сметанкина Г.И., начальник кафедры, к.т.н.,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Одной из важных составляющих обеспечения национальной безопасности современной России является пожарная безопасность, под которой понимается состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров [1].

На протяжении последних десяти лет количество пожаров снизилось на 35,2%, число погибших в них людей – на 40,5%, материальных ценностей спасено на сумму более 323 млрд. руб.

Достижению указанных результатов способствовала в том числе, совместная деятельность подразделений федерального государственного пожарного надзора с органами исполнительной власти всех уровней, руководителями предприятий, учреждений, организаций по предупреждению пожаров.

Новым уровнем в области технического регулирования по вопросам пожарной безопасности явился Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». В рамках его [2] реализации построено 600 пожарных депо, что увеличило на 12% количество населенных пунктов прикрытых подразделениями противопожарной службы, на 78% увеличилось количество объектов оборудованных исправными системами обнаружения пожара и на 81% системами оповещения, в 2010 и 2011 годах предотвращена гибель 11 тысяч человек.

Ежегодно проверяется более 600 тысяч объектов различной формы собственности, рассматривается до 600 тысяч административных дел о нарушениях правил пожарной безопасности; общая сумма налагаемых штрафов превышает 80 миллионов рублей. Кроме того, по материалам проверок возбуждается до 2,5 тысяч уголовных дел. В результате этой работы ежегодно предотвращается до 900 тысяч пожаров с возможными суммарными материальными потерями в размере 75-85 млрд. рублей.

Сотрудниками госпожнадзора проводятся профилактические мероприятия по пропаганде требований пожарной безопасности с охватом более 10,5 миллионов человек. В школах созданы, и успешно работают более 22 тысяч Дружин юных пожарных, в рядах которых сегодня насчитывается 24,5 тысячи ребят. В 2 тысячах кадетских классах МЧС России проходят обучение 59,5 тысяч учеников.

Сегодня Федеральный государственный пожарный надзор – это структура, организующая и проводящая проверки деятельности организаций и граждан, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты. Внесены серьезные изменения в законодательство, регулирующее

те или иные аспекты осуществления федерального государственного пожарного надзора. ФГПН располагает действенным инструментарием по пресечению нарушений в области пожарной безопасности, базирующимся на соответствующих положениях Кодекса об административных правонарушениях, в который внесены изменения, расширяющие перечень должностных лиц ФГПН, наделенных правами рассматривать и принимать решения по административным делам. Помимо этого ужесточены санкции к виновным лицам по отдельным составам правонарушений в сфере пожарной безопасности [3,4].

Вместе с тем, подразделения МЧС России, осуществляющие федеральный государственный пожарный надзор, к сожалению, не всегда эффективно влияют на складывающуюся обстановку с пожарами, не в полной мере реализуют имеющиеся надзорные полномочия.

Представляется, что количественные показатели эффективности деятельности органов государственного пожарного надзора невозможно улучшить лишь путем организационных преобразований. Помимо этого, необходимы качественные изменения самой надзорной деятельности. Новые социально-экономические условия требуют значительной корректировки форм и методов осуществления федерального государственного пожарного надзора, который в настоящее время не должен создавать избыточных барьеров при развитии предпринимательства, предоставляя собственникам право рисковать своим имуществом. Однако, при этом, нельзя игнорировать необходимость соблюдения цивилизованных мер противопожарной защиты.

Обозначение и разработка новых форм его осуществления, решение правовых и организационных проблем в данной сфере позволит более эффективно функционировать системе органов государственного пожарного надзора, придаст большую защищенность законным правам и интересам граждан и юридических лиц, и как следствие, повысит уровень пожарной безопасности в Российской Федерации. Формы и методы осуществления федерального государственного пожарного надзора должны соответствовать современным социально-экономическим условиям, и сочетать интересы собственников имущества и государства.

Список литературы

- 1.Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
- 2.Федеральный закон № 123 от 22 07.2008г. Технический регламент «О требованиях пожарной безопасности».
- 3.Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30 декабря 2001 г. № 195–ФЗ.
- 4.Постановление Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛИГОННЫХ ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ СПАСАТЕЛЕЙ

**Стрелец В.М., к.т.н., с.н.с.,
Васильев М.В., адъюнкт, Д.О. Стельмах, курсант
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков**

В докладе показано, что контроль качества средств индивидуальной защиты включает анализ нормативно-технической документации, проверку внешнего вида, комплектации, маркировки; испытания с использованием приборов и установок; испытания на стойкость к внешним воздействиям; исследования на стенде-имитаторе внешнего дыхания человека; лабораторные исследования на людях; полигонные испытания и подконтрольную эксплуатацию. При этом замечено, что, с одной стороны, общие технические требования, методы испытаний и их объем достаточно полно для каждого объекта исследования приведены в соответствующих стандартах, с другой стороны, вопрос проведения полигонных испытаний и подконтрольной эксплуатации практически нигде не рассматриваются.

Исходя из этого, была поставлена задача разработки методов количественной оценки наиболее важных показателей, характеризующих качество средств индивидуальной защиты спасателей (подвижности, функционального состояния, работоспособности и видимости) при применении в условиях и под внешними воздействиями, соответствующих условиям и воздействиям по целевому назначению (в первую очередь обеспечение спасения пострадавших, а также работу в очагах чрезвычайных ситуаций и аварий). При этом, одновременно с испытаниями в теплодымокамере, можно провести приближенную экспериментальную проверку защищенности.

Обосновано использование следующих экспертных методов измерения выбранных показателей:

- коэффициент защиты по результатам его приближенной экспериментальной проверки герметичности считается является допустимым, если испытатель не чувствует наличия контрольного вредного вещества в воздухе, которое он вдыхает, или не чувствуется ощутимый нагрев подкостюмного пространства;
- влияние средства защиты на подвижность в оптимальных микроклиматических условиях (на свежем воздухе) и в условиях воздействия опасного химического вещества (в теплодымокамере) определяется по самооценке испытателями ограничений движения при ходьбе, наклонах туловища, приседаниях, поднимании и отведении рук и ног, вращении головой, наклонах головы. Оценка подвижности происходит по пятибалльной шкале: "5" - движения не ограничена; «4» - движение в полном объеме с незначительным усилием, «3» - движение в полном объеме с умеренным усилием, «2» - движение в ограниченном объеме с выраженным усилием; «1» - движение в заданном объеме невозможно.

Дальнейшие испытания не проводятся, если оценка подвижности по любым перечисленным движением менее "3";

- самооценка испытателями функционального состояния по показателям психофизиологического комфорта по пятибалльной шкале: «5» - высокий уровень комфорта (самочувствие очень хорошее), «4» - самочувствие хорошее; «3» - незначительный дискомфорт; «2» - выраженный дискомфорт; «1» - резкий дискомфорт (самочувствие очень плохое). Результаты самооценки регистрируются до начала испытания(-ний) и в конце каждого цикла. По окончании испытаний испытатель дает по той же шкале интегральную оценку функционального состояния, а также указывает в произвольной форме основные причины дискомфорта. Предел допустимого состояния - самочувствие 3 балла;

- самооценка испытателями работоспособности в средстве индивидуальной защиты по пятибалльной шкале: "5" - работоспособность высокая; «4» - несколько снижена; «3» - умеренно снижена; «2» - значительно снижена; «1» - нетрудоспособен. Результаты самооценки регистрируются в конце каждого цикла физической нагрузки. После испытаний испытатель указывает в произвольной форме основные причины снижения работоспособности. Допустимая самооценка работоспособности не ниже, чем 3 балла. Аналогичным образом оценивается и уровень видимости;

- функциональное состояние человека и его возможность выполнять спасательные и другие мероприятия по следующим показателям: ограничение подвижности, частота сердечных сокращений, артериальное давление, средняя температура тела, выносливость к статической нагрузки, время простой зрительно-моторной реакции - оцениваются в том случае, когда испытатель почувствовал резкий дискомфорт (очень плохое самочувствие) или стал нетрудоспособным.

В докладе анализируются результаты испытания самоспасателей «Феникс-2». При проведении испытаний использовалось пятьдесят новых самоспасателей. Наряду с общим выводом о способности рассмотренного противогаза обеспечить самоспасание людей на пожаре получены следующие оценки: подвижность в полном объеме с незначительными усилиями (средний балл 4,8); функциональное состояние по показателям психофизиологического комфорта – самочувствие практически очень хорошее (средний балл 4,9); работоспособность несколько снижена, но ближе к высокой (средний балл 4,6); видимость практически не ограничена (средний балл 4,95).

Результаты использованы МЧС Украины для рекомендации самоспасателей организациям, которые обеспечивали безопасность футбольных болельщиков во время ЕВРО-2012.

К ВОПРОСУ О ВОЗНИКНОВЕНИИ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В ЖИДКОСТЯХ

Титова Е.С., старший преподаватель, к.х.н.

Сырбу А.А., начальник кафедры, к.т.н., доцент

Кропотова Н.А., преподаватель, к.х.н.

Ганичев И.С.,

Ивановский институт ГПС МЧС России, г. Иваново

Некоторые физические явления, известные человечеству из очень давних пор, в данное время являются менее всего изученными, как например статическая электризация, первые упоминания о которой отмечены в Фалеса Милетского около 2500 лет назад. Долгое время существовала мысль о бесперспективности практического применения этого явления, что надолго отстранило к нему интерес исследователей.

Как известно, электризация диэлектрических жидкостей связана с появлением двойных электрических слоев на поверхностях раздела двух жидких сред, или на границах деления жидкость – твёрдое тело при этом создается разность потенциалов, и электроны переходят от одного материала к другому (рис. 1а,б). Величина образовавшегося напряжения

зависит от расстояния между материалами после разделения и находится в диапазоне от 10^{-6} до 10^4 В. Чем больше различаются диэлектрические свойства материалов, тем интенсивнее происходит разделение и накопление зарядов (рис. 1в).

Возникновение статического электричества может привести к накоплению очень большого заряда и в конце концов к разряду в виде искры, что в пожароопасной и тем более во взрывоопасной среде может быть причиной пожара (взрыва), так как для воспламенения взрывоопасной смеси паров ЛВЖ с воздухом достаточно разности потенциалов электростатического заряда в 300-500 В.

Одной из причин пожаров на производствах является

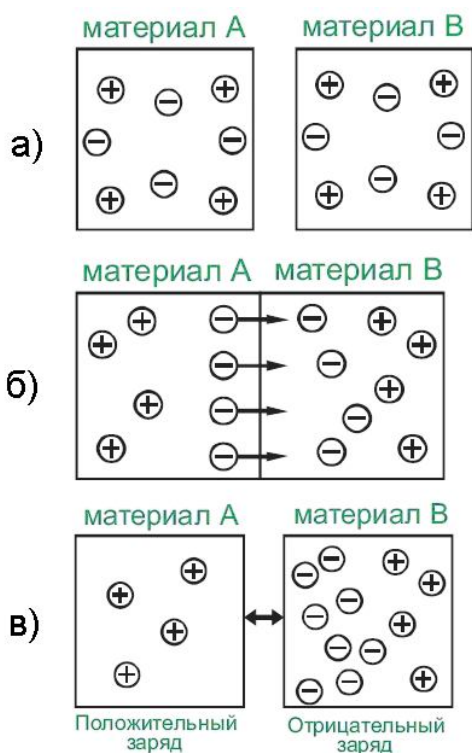


Рис. 1. а) нейтрально сбалансированный заряд; б) переход электронов; в) материалы после электризации

возникновение статического электричества в жидкостях.

Статическое электричество на нефтебазах и объектах магистральных трубопроводов образуется при следующих процессах:

- При перекачке нефти и нефтепродуктов;
- При протекании нефтей и нефтепродуктов через фильтры;
- При ударе струи жидкости о дно и стенки резервуара;
- При движении любых плоских ремней по шкивам;
- При движении лент транспортеров;
- При движении пыли в воздухе;
- При пропаривании железнодорожных вагонов-цистерн после слива нефтепродуктов.

Электризация жидкостей изучается в связи с воспламенением горючих смесей искровыми разрядами статического электричества. С явлениями электризации сталкиваются при обтекании твердых поверхностей жидкостями с низкой электропроводностью. Наиболее сильно электризация проявляется при высоких скоростях движения двух слоев жидкостей относительно друг друга (либо жидкости при соприкосновении с твердым телом) или развитых поверхностях контакта, т. е. при фильтровании. Эффект электризации в сильной степени зависит от примесей твердых частиц или несмешивающихся жидкостей. Чистые жидкости практически не электризуются. Интересно отметить, что добавка антистатиков уменьшает эффект электризации лишь при некоторой оптимальной концентрации, которая указывает, что эффект заряжения определяется двумя противоположными процессами; разделением зарядов и их рекомбинацией.

Явления, при которых возникновение разности потенциалов или тока является причиной или следствием относительного перемещения жидкости и твердого тела в пограничной области, называются электрокинетическими. Теория этих явлений основывается на представлениях о структуре двойного слоя.

Двойной электрический слой – пространственное распределение электрических зарядов на границе соприкосновения фаз. Обкладки двойного слоя зарядов могут находиться по обе стороны межфазной границы. Такое расположение наблюдается на границах металл – газ, металл – металл, диэлектрик – диэлектрик, жидкость – твердое тело, жидкость – жидкость, жидкость – газ. Двойные слои зарядов такого рода обуславливают контактную разность потенциалов.

В зависимости от особенностей образования двойных электрических слоев различают следующие механизмы заряжения:

- 1) электролитический;
- 2) двойные слои возникают в следствие избирательной адсорбции ионов одного знака;
- 3) электризация обусловлена контактной разностью потенциалов или донорно-акцепторным взаимодействием.

При перекачивании нефтепродуктов по трубам на поверхности металла образуется двойной электрический слой преимущественно по первому механизму заряжения.

Согласно теории Гельмгольца — Перрена, двойной слой на границе твердой фазы и жидкости представляет собой плоский конденсатор. Одна обкладка связана непосредственно с твердой фазой, а другая расположена в жидкости. Однако гидродинамическими исследованиями установлено, что плоскость скольжения при относительном перемещении твердой и жидкой фаз всегда находится на значительно большем расстоянии, чем толщина двойного слоя Гельмгольца — Перрена [1].

Следовательно, если бы эта теория была верна, то не наблюдались бы электрокинетические явления.

Теория Гуи – Чемпена уже лишена этого недостатка авторы учли, что разноименно заряженные ионы не только взаимно притягиваются, но еще участвуют и в хаотическом температурном движении. Поэтому двойной электрический слой оказывается размытым, и о его толщине можно говорить лишь условно. Теория Гуи – Чемпена объясняет зависимость толщины двойного слоя от температуры среды [2], концентрации и валентности ионов, в согласии с гидродинамикой может объяснять электрокинетические явления.

Обобщенные данные теорий образования двойного слоя, показывают что:

- а) двойной слой тонок по сравнению с диаметром трубки, и кривизна стенок не учитывается;
- б) если поток турбулентный, то двойной электрический слой тонок по сравнению с ламинарным слоем и увлечение зарядов жидкостной обкладки происходит только в ламинарной зоне;
- в) величина тока течения не зависит от длины трубки, причем не принимаются во внимание гидродинамическое влияние входа и влияние токов утечки зарядов жидкости в радиальном направлении;
- г) градиент скорости в пределах двойного слоя — величина постоянная.

Список литературы

1. Глебов В.С., Тазеев Г.С. Пожарная безопасность нефтебаз и объектов магистральных трубопровода. Изд.2-е., перераб. и доп.- М.:Недра, 1972.- 192с.
2. Попов Б.Г., Веревкин В.Н., Бондарь В.А., Горшков В.И. Статическое электричество в химической промышленности. Под. ред. Б.И. Сажина. - Л.: Химия, 1977. -164 с.

ФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В ЖИДКОСТЯХ

Титова Е.С., старший преподаватель, к.х.н.
Сырбу А.А., начальник кафедры, к.т.н., доцент
Кропотова Н.А., преподаватель, к.х.н.
Жиров Д.А., курсант Ивановский институт ГПС МЧС России, г.
Иваново

Возникновение статического электричества в жидкостях является одной из причин пожаров на производственных предприятиях. Знание физического механизма электризации позволит разработать меры устранения этого явления.

Рассмотрим разность потенциалов, возникающую за счет вязкости. При ламинарном течении жидкости, вязкость которой η , линейная скорость потока в некотором слое, удаленном от стенки трубки на расстояние x , в соответствии с формулой Пуазейля, составит:

$$v(x) = \Delta p x(D-x) / 4\eta l \quad (1)$$

где Δp — падение давления на длине трубки; D — диаметр трубки.

Величина тока утечки с трубки на землю, возникающего при течении жидкости, определяется величиной полного заряда, уносимого потоком в единицу времени, и обратна по знаку току жидкости. Поскольку заряд двойного слоя распределен непосредственно у стенки, то ток I пропорционален периметру и может быть выражен в виде:

$$I = - \int_0^{D/2} qv(x) dx \quad (2)$$

В соответствии с предположением, что перенос заряда происходит только в слое, расположенном близко у стенки, на расстоянии $x \ll D$, скорость должна быть равна:

$$v(x) = \Delta p D x / 4\eta l \quad (3)$$

Подставляя в формулу (2) соотношение (3) и учитывая уравнение Пуассона, получаем:

$$I = \frac{\pi D^2 \varepsilon \varepsilon_0}{4\eta} \cdot \frac{\Delta p}{l} \int_0^{D/2} x \frac{d^2 \psi}{dx^2} dx \quad (4)$$

Интегрируя уравнение (4) по частям, с учетом:

$$x = \frac{d\psi}{dx} \Big|_0^{D/2} = 0; \int_0^{D/2} \frac{d\psi}{dx} dx \equiv \zeta \quad (5)$$

выражение (5) можно записать в виде:

$$I = - \frac{\pi D \varepsilon \varepsilon_0}{4\eta} \cdot \frac{\Delta p}{l} \zeta \quad (6)$$

Это выражение справедливо не только для ламинарного, но и для турбулентного потока.

Перепад давления $\Delta p/l$ можно выразить через среднюю скорость течения жидкости v :

$$\Delta p/l = \lambda \rho v^2 / 2D \quad (7)$$

где λ — коэффициент сопротивления; ρ — плотность жидкости.

После подстановки выражения (7) в (8) и некоторых преобразований получаем:

$$I = \lambda \text{Re} \nu \pi \varepsilon \varepsilon_0 \zeta / 8 \quad (8)$$

где $\text{Re} = vD/\nu$.

Коэффициент сопротивления λ является функцией числа Рейнольдса. Для ламинарного режима ($\text{Re} < 2320$) он определяется величиной критерия Рейнольдса по формуле Пуазейля и не зависит от шероховатости труб:

$$\lambda = 64/\text{Re}. \quad (9)$$

Для переходного режима ($10^4 > \text{Re} > 2320$):

$$\lambda \approx 0.4. \quad (10)$$

Для турбулентного режима ($10^4 < \text{Re} < 10^5$) и гладких труб его можно с достаточной степенью точности вычислить по формуле Блазиуса:

$$\lambda = 0,3164/\text{Re}^{0,25}. \quad (11)$$

Выражение (8) для ламинарного, переходного и турбулентного режима в диапазоне применимости формулы Блазиуса для $\text{Re} < 2320$ примет вид:

$$I = - 8 \nu \pi \varepsilon \varepsilon_0 \zeta, \quad (12)$$

$$\text{для } 2320 < \text{Re} < 10^4: I = - 0,05 \text{Re} \nu \pi \varepsilon \varepsilon_0 \zeta, \quad (13)$$

$$\text{для } 10 < \text{Re} < 10^5: I = - 0,04 \text{Re}^{0,75} \nu \pi \varepsilon \varepsilon_0 \zeta. \quad (14)$$

При ламинарном режиме ток пропорционален первой степени средней скорости и не зависит от диаметра трубки. В переходном режиме ток пропорционален второй степени скорости и первой степени диаметра трубки. При турбулентном режиме, в диапазоне применимости формулы Блазиуса, ток пропорционален $v^{1,75}$ и диаметру $D^{0,75}$. В выражениях (12)-(14) длина трубки не учитывается. Эти зависимости справедливы, когда выполняются исходные допущения, которые использовались при их выводе, и когда разность потенциалов на концах трубки пренебрежимо мала и не обеспечивает заметного тока утечки через сопротивление жидкости в трубке. Если трубка диэлектрическая и ее проводимость много меньше проводимости жидкости, то на ее концах при течении жидкости возникает разность потенциалов ψ . Поскольку проводимость столба жидкости в трубке составляет $\gamma \pi D^2 / 4l$ и при равновесии ток утечки равен току течения, в соответствии с формулой (6), имеем:

$$\psi = p \varepsilon \varepsilon_0 \zeta / \gamma \eta. \quad (15)$$

Выражение применяется для экспериментального определения электрокинетического потенциала и для оценки возможной величины потенциалов статического электричества.

Бауманс предложил простой критерий, позволяющий решать, когда можно допускать, что двойной слой тонок сравнительно с толщиной ламинарной зоны, и когда турбулентность не влияет на характер распределения заряда в диффузионном слое, если время, необходимое для перемещения элемента объема на толщину двойного слоя со скоростью приблизительно равной v велико по сравнению с временем релаксации жидкости τ [1], т. е.

$$tv/\delta \ll 1 \quad (16)$$

Распределение заряда в турбулентном потоке становится однородным при условии

$$tv/\delta \gg 1 \quad (17)$$

Представления об уширении двойного слоя изложены, кроме того, в работах Ван Дейка, Купера и Клинкаенберга.

В случае, если плотность зарядов в потоке равномерна

$$I=0,25 \pi qv D^2. \quad (18)$$

Как и при ламинарном течении, при сильно турбулентном течении ток потока пропорционален скорости в первой степени.

Двойной электрический слой - пространственное распределение электрических зарядов разных знаков «неподвижно» связанных со стенкой трубы (слой Гельмгольца - 10^{-6} м) и диффузионного слоя ионов противоположного знака (слой Гуи) [2]. За счет движения жидкости относительно стенки трубы и перемещения зарядов слоя Гуи в емкость, возникает разница потенциалов между трубой и емкостью.

Знание физических основ процессов возникновения статического электричества в жидкостях позволяет предотвратить возникновение пожаров на нефтебазах и объектах магистральных трубопроводов, возникающих в связи с тем, что процессу слива, налива, хранения, отпуска и перекачки подвергаются большие количества легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

Список литературы

1. Кицис С.И., Путко А.Э. Методика расчета нефти в трубопроводах по значению концентрации потенциалосодержащих ионов.//Журнал «Нефтепромысловое дело»-2005.-№ 10. - С.52-59
2. Путко А.Э., Кицис С.И. Физические основы явления электризации нефти в нефтепромысловых трубах. Материалы междунауч.-техн.конфр. посвященной 40-летию Тюменского нефтегазового университета. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2003.-т.2.-С.91-92.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ МЕР ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Тужиков Е.Н., Пушкарев А.Г.
Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург**

При решении проблемы разработки методики оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления в области обеспечения первичных мер пожарной безопасности на территории муниципального образования было выявлено несколько проблем. Основной явилась проблема выбора критериев и показателей оценки эффективности. Так как проблема имеет не четко выраженные требования, то самым оптимальным выбором способа решения поставленной проблемы был выбран метод экспертных оценок.

Сущность метода экспертных оценок заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа проблемы с количественной оценкой суждений и формальной обработкой результатов. Получаемое в результате обработки обобщенное мнение экспертов принимается как решение проблемы. Комплексное использование интуиции (неосознанного мышления), логического мышления и количественных оценок с их формальной обработкой позволяет получить эффективное решение проблемы [1].

При выполнении своей роли в процессе управления эксперты производят две основные функции: формируют объекты (альтернативные ситуации, цели, решения и т. п.) и производят измерение их характеристик (вероятности свершения событий, коэффициенты значимости целей, предпочтения решений и т. п.). Формирование объектов осуществляется экспертами на основе логического мышления и интуиции. При этом большую роль играют знания и опыт эксперта. Измерение характеристик объектов требует от экспертов знания теории измерений.

Характерными особенностями метода экспертных оценок как научного инструмента решения сложных не формализуемых проблем являются, во-первых, научно обоснованная организация проведения всех этапов экспертизы, обеспечивающая наибольшую эффективность работы на каждом из этапов, и, во-вторых, применение количественных методов, как при организации экспертизы, так и при оценке суждений экспертов и формальной групповой обработке результатов. Эти две особенности отличают метод экспертных оценок от обычной давно известной экспертизы, широко применяемой в различных сферах человеческой деятельности [2].

В настоящее время в нашей стране и за рубежом метод экспертных оценок широко применяется для решения важных проблем различного

характера. В различных отраслях, объединениях и на предприятиях действуют постоянные или временные экспертные комиссии, формирующие решения по различным сложным не формализуемым проблемам.

Все множество плохо формализуемых проблем условно можно разделить на два класса. К первому классу относятся проблемы, в отношении которых имеется достаточный информационный потенциал, позволяющий успешно решать эти проблемы. Основные трудности в решении проблем первого класса при экспертной оценке заключаются в реализации существующего информационного потенциала путем подбора экспертов, построения рациональных процедур опроса и применения оптимальных методов обработки его результатов. При этом методы опроса и обработки основываются на использовании принципа «хорошего» измерителя. Данный принцип означает, что выполняются следующие гипотезы:

1) эксперт является хранилищем большого объема рационально обработанной информации, и поэтому он может рассматриваться как качественный источник информации;

2) групповое мнение экспертов близко к истинному решению проблемы.

Если эти гипотезы верны, то для построения процедур опроса и алгоритмов обработки можно использовать результаты теории измерений и математической статистики.

Ко второму классу относятся проблемы, в отношении которых информационный потенциал знаний недостаточен для уверенности в справедливости указанных гипотез. При решении проблем из этого класса экспертов уже нельзя рассматривать как «хороших измерителей». Поэтому необходимо очень осторожно проводить обработку результатов экспертизы. Применение методов осреднения, справедливых для «хороших измерителей», в данном случае может привести к большим ошибкам. Например, мнение одного эксперта, сильно отличающееся от мнений остальных экспертов, может оказаться правильным. В связи с этим для проблем второго класса в основном должна применяться качественная обработка.

Область применения метода экспертных оценок весьма широка. Перечислим типовые задачи, решаемые методом экспертных оценок:

1) составление перечня возможных событий в различных областях за определенный промежуток времени;

2) определение наиболее вероятных интервалов времени свершения совокупности событий;

3) определение целей и задач управления с упорядочением их по степени важности;

4) определение альтернативных (вариантов решения задачи с оценкой их предпочтения);

5) альтернативное распределение ресурсов для решения задач с оценкой их предпочтительности;

б) альтернативные варианты принятия решений в определенной ситуации с оценкой их предпочтительности.

Для решения перечисленных типовых задач в настоящее время применяются различные разновидности метода экспертных оценок. К основным видам относятся: анкетирование и интервьюирование; мозговой штурм; дискуссия; совещание; оперативная игра; сценарий.

Каждый из этих видов экспертного оценивания обладает своими преимуществами и недостатками, определяющими рациональную область применения. Во многих случаях наибольший эффект дает комплексное применение нескольких видов экспертизы [3].

Анкетирование и сценарий предполагают индивидуальную работу эксперта. Интервьюирование может осуществляться как индивидуально, так и с группой экспертов. Остальные виды экспертизы предполагают коллективное участие экспертов, в работе. Независимо от индивидуального или группового участия экспертов в работе целесообразно получать информацию от множества экспертов. Это позволяет получить на основе обработки данных более достоверные результаты, а также новую информацию о зависимости явлений, событий, фактов, суждений экспертов, не содержащуюся в явном виде в высказываниях экспертов [4].

Список литературы:

1. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. М.: Наука, 1973. 246 с.
2. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки в принятии плановых решений. М.: Экономика, 1976. 287 с.
3. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980. 263 с.
4. Добров Г.М., Ершов Ю.В., Левин Е.И., Смирнов Л.П. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. Киев: Наукова думка, 1974. 263 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Чуб И.А., начальник лаборатории, к.т.н., доцент
Левтеров А.А. , ведущий научный сотрудник, к.т.н.,
Кирочкин А.Ю., научный сотрудник
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

С целью повышения экономической эффективности мероприятий по обеспечению пожарной безопасности предприятий необходимо решать задачу оптимизации систем пожарной безопасности (СПБ). Предметом исследования в данной работе является подсистема профилактики (ПП) СПБ предприятия.

Подсистема профилактики характеризуется множеством частных свойств каждое из которых задает частное (локальное) функциональное качество, а вместе они довольно полно характеризуют подсистему профилактики в целом. Частные свойства системы, определенные количественно, являются частными критериями.

Группа критериев $K_{\phi} = \{k_{1\phi}, \dots, k_{m\phi}\}$ оценивает полезные свойства системы и необходимо содержит критерий $k_{1\phi}^1$ – время, затраченное на профилактические мероприятия, и критерий $k_{1\phi}^2$ – уровень опасных факторов пожара или взрыва.

В работе [1] предложена количественная оценка частных критериев и введен интегральный показатель Λ качества состояния ПП СПБ.

Целью функционирования ПП является предотвращение появления и устранение нарушений требований пожарной безопасности (НТПБ), приводящих к снижению общего уровня пожарной безопасности объекта.

Обозначим $Nt = \{Nt_j\}, j=1,2,\dots,J$ – множество НТПБ, имеющее иерархическую структуру. Обозначим также $Mr = \{Mr_i\}, i=1,2,\dots,I$ – множество профилактических мероприятий (ПМ), направленных на устранение элементов множества Nt . При рассмотрении ПП предлагается в качестве значения $k_{i\phi}^{j*}$ j -го элемента критерия $k_{i\phi}$ рассматривать максимальное число возможных нарушений Nt_j .

Важность λ_{Mr_i} мероприятия Mr_i определяется важностью λ_{Nt_j} нарушения Nt_j , на устранение которого направлено данное ПМ. Все множество НТПБ представляется в виде шести кластеров $Nt = Nt^k, k=1,2,\dots,6$, обладающих разной степенью влияния на уровень ПБ объекта, при этом степень влияния зависит от типа объекта. Определение вектора важности нарушений проводилось с применением метода анализа иерархий [2, 3].

Решение задачи оптимизации работы ПП СПБ может осуществляться в два этапа: выявление имеющихся НТПБ и устранение имеющихся НТПБ.

На первом этапе возникает задача обоснования выборки периодически инспектируемых объектов. Данная задача обусловлена фактической

невозможностью органа ГПН одновременно и качественно проверять все объекты. Поэтому необходимо в каждый период времени определить такой состав выборки производственных объектов, при котором обеспечивается исследование наиболее критичных для общего уровня пожарной безопасности предприятия объектов, а требуемые для трудозатраты — не превышают выделенных на эти цели.

Обозначим N – количество подконтрольных объектов, $\alpha_i(\tau) \in \{0,1\}$ – булева переменная, принимающая значение 0, если объект не подвергается текущему контролю (в момент времени t), и 1 – в противном случае. Каждый объект характеризуется количеством $M_i(t-1)$ выявленных при предыдущем инспектировании нарушений.

Полагая, что объем этой информации пропорционален числу изученных там таких событий, для повышения эффективности инспектирования, в первую очередь следует планировать объекты с максимальным числом происшествий и предпосылок с учетом приоритета нарушения и времени последнего осмотра, тогда как посещение других, сравнительно благополучных, можно перенести на более поздние сроки.

Обозначим $k_j = \{k_j^1, \dots, k_j^N\}$, $j=1,2,\dots,6$ – частный критерий, характеризующий степень пожарной опасности всего предприятия по виду нарушений кластера Nt_j .

$$\text{Тогда } k_j^i(\alpha_1, \dots, \alpha_N) = \sum_i^N \alpha_i n_{ij},$$

где n_{ij} – количество нарушений j -го типа на i -м объекте, причем $\sum_j^6 n_{ij} = M_i(\tau - 1)$, $i=1,2,\dots,N$.

Математическая модель первого этапа задачи оптимизации работы ПП СПб имеет вид:

$$F(\alpha_1, \dots, \alpha_N) = \sum_j^6 \lambda_{Nt_j} k_j(\alpha_1, \dots, \alpha_N) / k_j^* \rightarrow \max,$$

$$g(\alpha) := \sum_{i=1}^N \alpha_i \tau_i \leq T_s,$$

$$\tau_i = rM_i(t-1) + sd_i,$$

где r, s – постоянные, пропорциональные времени, которое необходимо для изучения обстоятельств возникновения одного нарушения или предпосылки к нему на i -м объекте и для прибытия на него, соответственно.

На втором этапе решения задачи оптимизации подсистемы профилактики СОПБ предприятия целевая функция имеет вид

$$\Lambda^2 = \sum_{q=1}^M \Lambda_q^2(t, k_{i\phi}) = \sum_{q=1}^M Q_{qa} Q_{qp} \left[\frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \lambda_i \sqrt{\frac{1}{s} \sum_{j=1}^s \lambda_{ij} \left(1 - \frac{m_{ij}^{qt}}{m_{ij}^{qt*}}\right)^2} \right],$$

где M – количество объектов предприятия, на которых в результате инспектирования были выявлены НТПБ; m_{ij}^{qt} – количество выявленных НТПБ на q -ом объекте предприятия, относящихся к j -му типу из i -го кластера, срок устранения которых истек в период времени $(t-1, t)$, и устраненных к моменту времени t ; m_{ij}^{qt*} – общее количество НТПБ, относящихся к j -му типу из i -го кластера и выявленных на q -ом объекте предприятия при инспекции его представителем ГПН в моменты времени $t-1, t-2$, а также ранее, срок устранения которых истек в период времени $(t-1, t)$, т.е. к моменту времени t .

Система ограничений на этом этапе включает неравенство вида (2.13), определяющее верхний уровень затрат средств предприятия в период времени $(t-1, t)$ на устранение выявленных НТПБ:

$$\sum_{q=1}^M r_q \leq R,$$

где R – фонд средств, выделенных на проведение пожарно-профилактической работы на предприятии.

Список литературы

1. Чуб И.А., Федоренко М.А., Петрова Е.А. Определение параметров подсистемы профилактики системы обеспечения пожарной безопасности предприятия // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, 2007. – Вип. 43. – С. 268-271.
2. Литвак Б.Г. Разработка управленческого решения. – М.: Изд-во ДЕЛЮ, 2004. – 416с.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 385с.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ВНУТРЕННЕЙ ОТДЕЛКИ КУРСАНТСКОГО ОБЩЕЖИТИЯ

Шархун С.В., преподаватель кафедры,
Брюхов Е.Н., преподаватель кафедры.
Колбин Т.С., научный сотрудник НИО УНК ОПБ
Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург

В настоящее время существует методика расчета необходимого времени эвакуации людей из общественных зданий утвержденная Приказом МЧС России №382 от 30 июня 2009 года, в которой реализуются следующие модели развития пожара в помещении:

1. интегральная модель развития пожара.
2. зонная модель развития пожара
3. полевая модель развития пожара.

Наиболее часто на практике используются интегральная и зонная модели развития пожара, которые наряду со своей простотой применения и рядом преимуществ имеет несколько существенных недостатков, одним из самых важных является тот факт, что при построении полей опасных факторов пожара используются показатели пожарной опасности, полученные в далеком 1976 году. С того момента перечень строительных материалов расширился и изменился по своей структуре.

Актуальность изучения данной проблемы в настоящее время очень важна, учитывая темпы современного строительства и тенденции развития строительной отрасли в сторону возведения высотных многофункциональных комплексов с массовым пребыванием людей.

Ко всему вышесказанному добавляется и тот факт, что большинство современных зданий и сооружений разрабатывается с отступлением от обязательных требований пожарной безопасности. Согласно приказа МЧС России от 28 ноября 2011 года №710 эффективность разработанных специальных технических условий должна быть подтверждена расчетом величины индивидуального пожарного риска[2].

Центральное место в расчете величины индивидуального пожарного риска занимает вероятность эвакуации людей. Выражая в виде формулы:

$$P_{э} = \begin{cases} \frac{0,8 \cdot t_{\text{бл}} - t_p}{t_{\text{н.э.}}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{\text{бл}} < t_p + t_{\text{н.э.}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{\text{н.э.}} \leq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ или } t_{\text{ск}} > 6 \text{ мин} \end{cases}, \text{ где}$$

t_p – расчетное время эвакуации людей, мин;

$t_{нэ}$ – время до начала эвакуации;

$t_{бл}$ – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации);

$t_{ск}$ – время существования скоплений людей на путях эвакуации.

В итоге получаем следующее: вероятность эвакуации напрямую зависит от времени блокирования. Время блокирования зависит от количества и характеристики пожарной нагрузки. Показатели пожарной опасности являются основной характеристикой материала при моделировании процесса пожара. В свою очередь показатели пожарной опасности, как было уже сказано выше, при расчете принимают исходя их данных, полученных в исследованиях Ю.А. Кошмарова [3] в 1976 году.

В Уральском институте ГПС МЧС России в лаборатории кафедры пожарной безопасности в строительстве был проведен ряд научно-технических экспериментов с целью установления показателей пожарной опасности материалов, применяемых для отделки помещений общественных зданий. Эксперимент по определению опасных факторов пожара проводился при помощи установки «Куб» ПО Зарница. Установка применяется для исследования динамики опасных факторов пожара в модели здания внутренним объемом $0,45 \text{ м}^3$. Сведения о состоянии газовой среды внутри модели обрабатываются специально разработанным аппаратным блоком и передаются в компьютер в виде таблицы.

В ходе проведения научно-технического эксперимента были получены результаты, приведенные в таблице 1.

Таблица 1.

	Данные полученные экспериментальным путем	Справочные данные по учебному пособию Ю.А. Кошмарова [3]
Состав горючей нагрузки, %	Линолеум 20 + ковролин 30 + деревянная плита 50	Мебель 90 + линолеум ПВХ 10
Удельный выход СО при сгорании материалов, $\frac{\text{кг}}{\text{кг}}$	0,006338	0,030000
Удельный выход СО ₂ при сгорании материалов, $\frac{\text{кг}}{\text{кг}}$	0,46812	1,47800

Приведенные выше данные позволяют сделать следующие выводы:

1. как видно из таблицы 1 справочные показатели весьма отличаются от экспериментальных. Во многом это обусловлено разницей в составе горючей нагрузки, однако не во всех общественных зданиях соотношение горючей нагрузки составляет 90% мебели и 10% линолеума. В свою очередь данный факт позволяет сделать вывод о том, что необходимо производить актуализацию показателей пожарной опасности веществ и материалов, применяемых в современном строительстве.
2. отличие от данных полученных при проведении огневого испытания составляет +315,7% по удельному выходу CO₂ и +473,3% по удельному выходу CO от справочных данных.

Список литературы

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Заголовок: Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. – Принят Государственной Думой 4 июля 2008, одобрен Советом Федерации 11 июля 2008.
2. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. Заголовок: СП 1.13130.2009. – Утв. приказом МЧС России от 25.03.2009 № 171.
3. Приказ МЧС России от 28 ноября 2011 года №710 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий предоставления государственной услуги по согласованию специальных технических условий для объектов, в отношении которых отсутствуют требования пожарной безопасности, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами по пожарной безопасности, отражающих специфику обеспечения их пожарной безопасности и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению их пожарной безопасности»
4. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000..

СРЕДСТВА ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ НА ОСНОВЕ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ширинкин П.В., к.т.н.

Колбин Т.С., Шархун С.В.,

Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург

В последние годы в крупных городах появляется все большее количество зданий многофункционального назначения и повышенной этажности. Общая площадь этих зданий так же постоянно возрастает, соответственно и возрастает количество пребывающих в нем людей. Поэтому, при возникновении ЧС в данных зданиях возможно большее количество пострадавших. Обеспечение безопасности граждан, в том числе и пожарной, - основная функция государства. По статистике наиболее частой чрезвычайной ситуацией в настоящее время является пожар. Есть два способа защиты людей от опасных факторов пожара (ОФП):

1. Устранение действия ОФП;
2. Перемещение людей в безопасную зону.

Зачастую время нарастания ОФП до значений способных причинить вред жизни и здоровью людей составляет считанные минуты, за которые пожарные подразделения просто не в состоянии провести спасательные работы и работы по тушению пожара.

В свою очередь своевременность и быстрота эвакуации зависит от ряда факторов: времени получения сообщения о начале эвакуации, знании и правильном выборе пути эвакуации, скорости передвижения, состояния путей эвакуации, социальной группы эвакуируемых и т.д. Минимизировать время эвакуации призваны системы оповещения и управления эвакуацией при пожаре (СОУЭ). СОУЭ - комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации.

Но как показывает печальная статистика, при эвакуации люди не всегда знают и (или) соблюдают установленный порядок эвакуации. Всем известны печальные последствия пожара в здании Промстойпроект в г. Владивостоке. И таких примеров можно привести не мало.

В целях направления эвакуации по кратчайшему пути к безопасному выходу и разделения людских потоков можно использовать и другие средства, в том числе дополняющие и дублирующие СОУЭ.

Разработанный в УРИ ГПС МЧС России продукт способен качественно дополнить СОУЭ созданные в соответствии с вышеперечисленными (ранее названными) требованиями без особых материальных затрат. Реализация данного программного комплекса предполагает наличие технической и программной составляющей.

Под технической составляющей подразумевается локальная или глобальная сеть любой топологии, имеющая любое количество ПК и сервер обмена данными, способный принимать сигналы приборов приемно-

контрольных пожарных, и позволяющая осуществлять обмен информацией по протоколам Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP).

Программная часть включает в себя составляющие:

1. Клиентская, устанавливаемая на персональные компьютеры пользователей;

2. Серверная, устанавливаемая на сервер организации, предназначенная для удаленного запуска клиентской составляющей.

Клиентская – устанавливается на персональный компьютер пользователя и по своей сути представляет собой скринсейвер, содержащий в себе план эвакуации, с указанием направления движения к ближайшему выходу и инструкцию о действиях по сигналу «Пожар». При этом информация может быть персонализирована для каждого из пользователей. т.е. план эвакуации может быть выведен с учетом места возникновения пожара и инструкции о действиях по сигналу «Пожар» различаться в зависимости от должности, занимаемой пользователем. Программа при запуске блокирует персональный компьютер, запрещая какие бы то ни было действия даже после принудительной перезагрузки персонального компьютера. Скринсейвер запускается и отключается по команде с сервера, но на случай потери связи с сервером предусмотрено аварийное отключение при помощи ввода пароля.

Серверная часть комплекса представляет собой программное обеспечение, основной функцией которого является запуск клиентской программы в случае необходимости.

Основное достоинство разработанного комплекса заключается в том, что для его внедрения не потребуются больших финансовых вложений. Большинство организаций на сегодняшний день имеют хорошо отлаженную локальную сеть, которая будет являться базой для программного комплекса. После установки комплекса необходимо лишь настроить серверную часть программы.

Комплекс адаптивен. Программы, написаны на языке Delphi 7.0, что позволяет интегрировать их в сетевой системе не только под управлением ОС Windows.

Имеется возможность персонализации информации, выводимой на экран персонального компьютера пользователя.

В программе реализовано звуковое сопровождение выводимой на экран информации, для повышения эффективности работы программы.

Так же данный программный продукт имеет возможности для совершенствования. При определенных доработках и введении необходимых данных о планировке здания возможен автоматический выбор пути эвакуации для снижения плотности людских потоков, количества их слияний, а так же времени задержек. При этом звуковое сопровождение графического сообщения может быть так же персонализировано.

Основным достоинством предлагаемого дополнения к СОУЭ является то, что наиболее безопасный и быстрый путь эвакуации сообщается пользователю сразу, в то время как даже при использовании СОУЭ 5го типа

о дальнейшем направлении эвакуации люди узнают по мере продвижения, что снижает скорость их движения, особенно при большой плотности потока.

Список литературы

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Заголовок: Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. – Принят Государственной Думой 4 июля 2008, одобрен Советом Федерации 11 июля 2008.
2. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности. Заголовок: СП 3.13130.2009. – Утв. приказом МЧС России от 25.03.2009 № 171.
3. Родичев А.Ю. Модели и методы совершенствования системы управления эвакуацией людей из высотных зданий: Автореф. дис.... канд. техн. наук. - СПб., 2011.

СЕКЦИЯ №2

Технологии тушения пожаров и спасения людей

РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ ОБУЧЕНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

**Аветисян В.Г. доцент к.т.н. доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины, г.
Харьков.**

Тактическая подготовка курсантов, студентов и слушателей к тушению пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций имеет целью подготовить грамотного руководителя тушения пожара и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ. Для этого подготовка ведется по трем направлениям: 1. Выработка у обучаемых стойкости при проведении спасательных работ в экстремальных условиях, умение быстро адаптироваться к работе в зоне чрезвычайной ситуации; 2. Выработка у курсантов умения и навыков применения технических средств тушения пожара и ведения спасательных работ; 3. Выработка умений и навыков управления подчиненными подразделениями при тушении пожаров проведения спасательных работ в разных условиях [1]. На практике эти направления должны интегрироваться у умение принимать правильные решения. Этому в большой степени способствуют практические занятия игрового характера, которые проводятся, как в классе так и на местности. Для более качественного усвоения знаний классно-групповые занятия проводятся с применением программных тренажеров, которые позволяют моделировать различные ситуации и требуют от обучаемого конкретных решений.

Разработанные в университете программные тренажеры охватывают различные темы, как по тушению пожаров, так и проведению спасательных работ. Больше предпочтение дано теме «Тушение пожаров в жилых зданиях» актуальность, которой не вызывает сомнения. Каждый программный тренажер является завершенным блоком. Тренажеры одновременно являются тестовыми и учебными, они позволяют проверять знания обучаемых и приобретать им навыки оценки ситуации и принятию решений по тушению пожара и проведения спасательных работ. Тренажеры разработаны так, что требуют от курсанта умения применять знание разных дисциплин тактического блока (организация службы, пожарная техника и пожарно-техническое оборудование, газодымозащитная служба, пожарная тактика и организация аварийно-спасательных работ и т.д.). Практическая ценность такой формы занятий заключается в том, что каждый курсант учебной группы выступает в роли РТП-1 или начальника оперативного участка. При практической отработке пожарно-тактической задачи на местности этого достичь невозможно.

Тренажеры разработаны таким образом, чтобы обучаемый чувствовал

себя находящимся внутри моделируемой ситуации. Практика проведения занятий на тренажерах показала, что от курсантов кроме знаний специальных дисциплин требуется также психологическая стойкость. Это свидетельствует о приближении обстановки которая моделируется программой к реальной. Результаты тестирования курсантов, студентов и слушателей показывают, что для получения положительной оценки нужна концентрация внимания и умение использовать знание разных дисциплин. Тестовые задачи в тренажерах отличаются друг от друга не только по смыслу, но и по оформлению. В первых тренажерах, когда при ответе обучаемый допускал ошибку, она программой отмечалась и, за это снимались баллы, курсант продолжал прохождение дальше. Последующие тренажеры разрабатывались таким образом, что ошибки обучаемого приводят к изменениям обстановки на пожаре, что отображается на экране монитора, и он имеет возможность видеть результаты своих действий, в том числе и ошибочных [2]. Оценивание знаний проводится по пятибалльной шкале. Шкала с процентным содержанием ошибок в ответах вынесена на монитор и фиксирует результаты ответов с самого начала, что позволяет обучаемому постоянно видеть свой результат. По завершении прохождения тренажеров компьютер дает оценку действий по пятибалльной шкале, а также выдает перечень ошибок с кратким анализом.

Практика внедрения тренажеров в учебный процесс на старших курсах позволяет углубить их теоретические знания и приобрести практические навыки оценке ситуации и принятия решения при тушении пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Ключ П.П., Палюх В.Г. Тактическая подготовка личного состава пожарной охраны. Харьков.: "Основа", 1995 266 с.
2. Сенчихин Ю.Н. Подготовка курсантов к проведению аварийно-спасательных работ //Материалы XIII научно-практической конференции «Предупреждение, спасение, помощь». – М.: АГЗ РФ, 2006. с. 74-76.

ТЕПЛОЕМКОСТЬ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ МИКРОЭМУЛЬСИЙ ВОДА – ПАВ – КО-ПАВ – 1,1,2,2-ТЕТРАФТОРДИБРОМЭТАН

Батов Д.В., д.х.н., Институт химии растворов имени Г.А. Крестова
РАН, г. Иваново

Мочалова Т.А., к.биол.н., Шакуров Ф.Ф. курсант, Ярабаев А.В.
курсант, Ивановский институт ГПС МЧС России, г. Иваново

Микроэмульсии, содержащие воду и галогенуглеводороды являются негорючими жидкостями. Это определяет их перспективное использование как огнетушащих веществ и гидравлических жидкостей для специальной техники.

Получены микроэмульсии вода – додецилсульфат натрия – триэтанолламин – 1-пентанол - 1,1,2,2-тетрафтордидибромэтан с различным соотношением $H_2O/C_2F_4Br_2$ и содержанием ПАВ + ко-ПАВ ~ 22 мас.%. Визуальное наблюдение приготовленных микроэмульсий в течение 15 месяцев показало, что все микроэмульсионные системы сохраняют макрооднородность, выделения макрофаз не происходит в интервале температур 12 - 40 °С. Составы, результаты изучения горючести и типа микроэмульсий сообщались ранее [1, 2].

Теплоемкость является важным свойством, характеризующим охлаждающую способность огнетушащего средства, а также структурные особенности и изменения вещества. Изобарную удельную теплоемкость полученных микроэмульсий измеряли на дифференциальном сканирующем калориметре NETZSCH DSC 204 F1. Температурные зависимости удельной теплоемкости трех полученных микроэмульсий представлены на рис. 1.

Результаты измерения показали, что удельная теплоемкость всех микроэмульсий монотонно повышается в интервале $\sim(15 - 40)$ °С. Это может указывать на отсутствие в этом температурном интервале фазовых переходов и резких структурных изменений в системах. При 40 °С происходит резкое уменьшение теплоемкости микроэмульсии 1 (рис.1), содержащей наибольшее количество галогенуглеводорода.

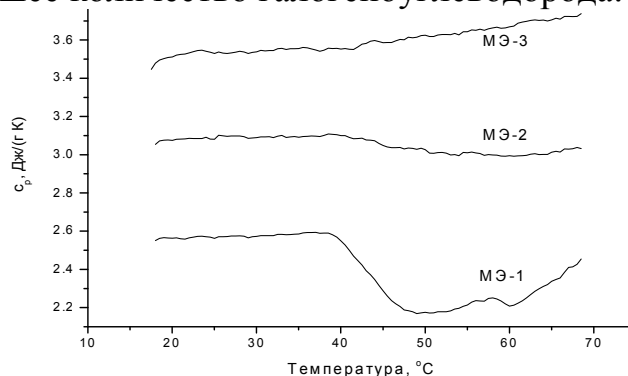


Рис.1 Температурные зависимости удельной теплоемкости микроэмульсий вода – додецилсульфат натрия – триэтанолламин – 1-пентанол - 1,1,2,2-тетрафтордидибромэтан с различным соотношением $H_2O/C_2F_4Br_2$.

Такой ход зависимости микроэмульсии 1 может быть интерпретирован изменением типа микроэмульсии: переходом от микроэмульсии «масло в воде» к микроэмульсии «вода в масле». Известно, что повышение температуры способствует указанным структурным превращениям в микроэмульсиях. Однако для более строгих выводов требуется проведения дополнительных структурных исследований.

Удельная электропроводность огнетушащего средства также является важной характеристикой, определяющей область его практического применения.

Установка для измерения электропроводности растворов электролитов состояла из измерительной части (мост переменного тока LCR-817 фирмы Instek) и кондуктометрической ячейки. Для проведения исследований использовались плоские, параллельные друг другу электроды из листовой платины, имеющие форму круга и покрытые платиновой чернью. Измерение сопротивления растворов проводилось при частоте 1000 Гц. Калибровка ячейки выполнялась по 0.1 М раствору KCl производства фирмы Radelkis при 298.15 К.

Концентрационные зависимости удельной электропроводности изученных микроэмульсий представлены на рис. 2.

Приведенный массовый процент 1,1,2,2-тетрафтордибромэтана вычисляли по следующей формуле:

$$\omega_{\text{пр, C}_2\text{Br}_4\text{F}_2} = \frac{100 \cdot \omega_{\text{C}_2\text{Br}_4\text{F}_2}}{\omega_{\text{H}_2\text{O}} + \omega_{\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2}},$$

где $\omega_{\text{H}_2\text{O}}$ и $\omega_{\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2}$ - массовые проценты компонентов в микроэмульсии.

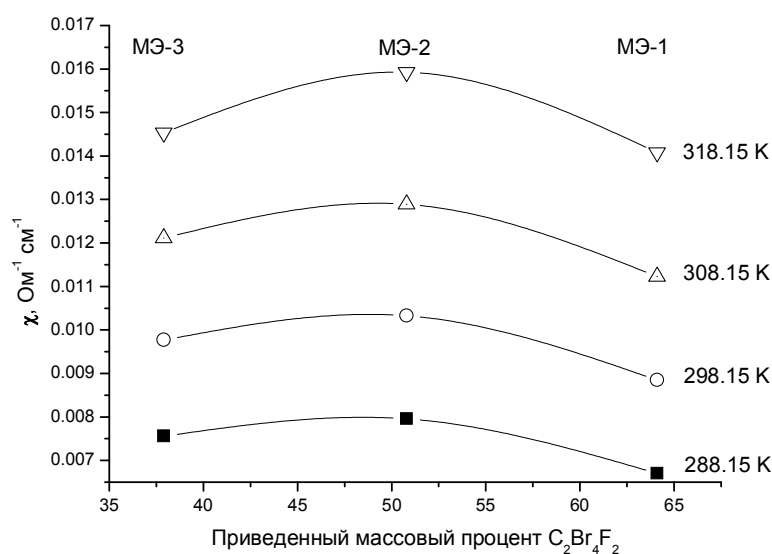


Рис. 2. Зависимости удельной электропроводности микроэмульсий от содержания 1,1,2,2-тетрафтордибромэтана при различных температурах.

Видно, что все исследованные системы обладают электрической проводимостью, существенно большей по сравнению с дистиллированной водой ($\sim 10^{-5}$ См/см) и тем более 1,1,2,2-тетрафтордибромэтаном. Наблюдается закономерная тенденция к снижению электропроводности с ростом содержания 1,1,2,2-тетрафтордибромэтана в системе, особенно при переходе от МЭ-2 к МЭ-1. Высокие значения электропроводности даже микроэмульсии 1 при 318.15 К свидетельствуют о том, что водная фаза в данной системе находится выше порога перколяции.

Список литературы

1. Батов Д. В., Манин Н. Г., Воронова М. И., Карцев В. Н., Штыков С.Н. XI Международная конференция «Проблемы сольватации и комплексообразования в растворах» и VI Конференция молодых ученых «Теоретическая и экспериментальная химия жидкофазных систем» (Крестовские чтения)». 10 – 14 октября 2011. Тезисы докладов. Иваново. С. 45 - 46.
2. Батов Д. В., Мочалова Т. А., Петров А.В. Получение и изучение горючести микроэмульсий вода – ПАВ - со-ПАВ - 1,1,2,2-тетрафтордибромэтан. // Пожаровзрывобезопасность. -2012. № 4. С.55 – 57.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА В ОБВАЛОВАНИИ РЕЗЕРВУАРА НА ДАТЧИК ПОЖАРА

**Басманов А.Е., д.т.н., профессор,
Михайлюк А.А., с.н.с., к.т.н.,
Кулик Я.С.**

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Резервуарные парки являются основным местом хранения нефти и нефтепродуктов в процессе их переработки и транспортировки. Разлив и воспламенение нефтепродукта в обваловании резервуара является одной и опаснейших чрезвычайных ситуаций, способных привести как к серьезному материальному ущербу, так и человеческим жертвам.

Подразделения МЧС для прибытия, развертывания и подачи стволов также требуется около 15 минут. Этого времени может оказаться достаточно, чтобы под тепловым воздействием пожара произошла разгерметизация наземных продуктопроводов, заходящих в резервуар. Наиболее радикальной возможностью, предотвращающей распространение пожара на его начальной стадии, является использование систем автоматического пожаротушения, обеспечивающих подачу воды на охлаждение резервуара и пены для тушения очага горения. Использование существующих на сегодня систем автоматического пожаротушения в резервуарных парках сдерживается, во-первых, частыми ложными срабатываниями, а, во-вторых, большой площадью внутри обвалования, что делает невозможным полное покрытие ее пеной. В связи с этим возникает

необходимость выявления очага горения и подачи туда огнетушащего вещества.

Информация о параметрах очага горения может быть получена путем анализа теплового воздействия пожара на датчики, закрепленные на резервуаре.

Тепловой поток от очага горения к резервуару состоит из теплового потока излучением и конвективного теплового потока. Таким образом, датчик, закрепленный на резервуаре, участвует в теплообмене излучением с пламенем и окружающим пространством, а также в конвективном теплообмене с окружающим воздухом.

Тепловой поток, который датчик получает излучением, согласно закону Стефана-Больцмана, равен

$$q_{\text{изл}} = c_0 \varepsilon_{\text{ф}} \varepsilon_{\text{д}} \left[\left(\frac{T_{\text{ф}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T}{100} \right)^4 \right] S_{\text{ф}} + c_0 \varepsilon_{\text{д}} \left[\left(\frac{T_0}{100} \right)^4 - \left(\frac{T}{100} \right)^4 \right] S_0,$$

где $c_0 = 5,67 \text{ Вт/м}^2\text{К}^4$; $\varepsilon_{\text{ф}}$, $\varepsilon_{\text{д}}$ – степени черноты поверхностей пламени и датчика; $T_{\text{ф}}$ – температура излучающей поверхности пламени; T – температура датчика; T_0 – температура окружающей среды; $S_{\text{ф}}$, S_0 – площади взаимного облучения датчика с пламенем и окружающей средой соответственно. При этом $S_{\text{ф}} + S_0 = S$, где S – площадь поверхности датчика.

По закону Ньютона, конвективный тепловой поток имеет вид

$$q_{\text{конв}} = \alpha S (T_{\text{в}} - T),$$

где α – коэффициент конвективного теплообмена; $T_{\text{в}}$ – температура воздушной среды в месте соприкосновения с датчиком. Эта температура может отличаться от температуры окружающей среды T_0 за счет влияния разогретых продуктов горения и воздуха, поднимающихся над очагом горения.

Суммарное количество тепла, получаемое датчиком за промежуток времени dt , идет на его нагрев на температуру dT :

$$(q_{\text{изл}} + q_{\text{конв}}) dt = m c dT = \rho V c dT,$$

где m – масса датчика; ρ , c – плотность и теплоемкость материала датчика. Тогда динамика изменения температуры датчика описывается дифференциальным уравнением

$$\frac{dT}{dt} = \frac{c_0 \varepsilon_\phi \varepsilon_d}{\rho V c} \left[\left(\frac{T_\phi}{100} \right)^4 - \left(\frac{T}{100} \right)^4 \right] S_\phi + \frac{c_0 \varepsilon_d}{\rho V c} \left[\left(\frac{T_0}{100} \right)^4 - \left(\frac{T}{100} \right)^4 \right] S_0 + \frac{\alpha S (T_B - T)}{\rho V c}.$$

Основную сложность использования этого уравнения состоит в расчете площадей взаимного облучения между датчиком и пламенем, а также в оценке температуры конвективных потоков от очага горения, приходящих к датчику.

Список литературы

1. Луканин В.Н. Теплотехника / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др. – М. Высш. шк., 2002. – 671 с.

ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОЙ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПАСАТЕЛЕЙ

Безуглов О.Е., начальник кафедры, к.т.н.,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков, Украина

В докладе на примере имитационного моделирования оперативной работы личного состава газодымозащитной службы (ГДЗС) при пожаре в здании, имеющем сложное конструктивно-планировочное решение, рассмотрены особенности эргономического анализа результатов деятельности звена. Обоснована целесообразность выбора характерных особенностей модели с точки зрения статистических показателей деятельности личного состава ГДЗС, отражающих количество и время выполнения отдельных видов оперативной работы газодымозащитников. Показана возможность представления в цифровом виде результатов функционирования системы «спасатель – пожар – средства пожаротушения и защиты» при выполнении оперативной работы, представляющей собой последовательность заданий, выполняемых личным составом звена, который включен в средства индивидуальной защиты органов дыхания и использует штатное пожарно-техническое вооружение.

В качестве исходных данных используются как экспериментальные результаты (полученные, например, в ходе тактико-специальных учений в метрополитене), так и экспертные оценки.

Полученные результаты имитационного эксперимента, реализованные по плану 3х3х3, позволили построить трехфакторную квадратичную модель

$$y = 0.3244 - 0.1376 x_1 + 0.0172 x_1^2 + 0.0390 x_1 x_2 + 0.0311 x_1 x_3 -$$

$$\begin{aligned}
& - 0.1650 x_2 + 0.0112 x_2^2 & + 0.070 x_2 x_3 - \\
& - 0.2332 x_3 + 0.0474 x_3^2. &
\end{aligned} \tag{1}$$

где y – оценка в кодированных переменных времени выполнения оперативного задания личным составом звена;

x_1, x_2, x_3 – оценки в кодированных переменных специальной выносливости, способности ориентироваться в пространстве и слаженности звена, соответственно.

В модели (1) наряду с работой в изолирующих аппаратах рассматривается и операции, выполняемые на начальном этапе без них. Эргономический анализ (1) показал, что в этом случае самым важным качеством является групповая слаженность.

Когда же рассматриваются операции, выполняемые только в средствах индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), искомая трехфакторная квадратичная модель имеет вид

$$\begin{aligned}
y = & 0.2875 - 0.2055 x_1 + 0.0650 x_1^2 + 0.0564 x_1 x_2 + 0.0599 x_1 x_3 - \\
& - 0.0985 x_2 + 0.0018 x_2^2 & + 0.0558 x_2 x_3 - \\
& - 0.0767 x_3 - 0.0201 x_3^2. &
\end{aligned} \tag{2}$$

Анализ (2) позволил сделать вывод о том, что на начальном этапе подготовки для приближения эффективности оперативной работы в СИЗОД, которое соответствует среднему уровню подготовленности, основное внимание должно быть уделено тренировке специальной выносливости x_1 , а затем – способности ориентироваться в пространстве x_2 и групповой слаженности x_3 в работе звена. При этом необходимо учитывать, что относительно лучшая подготовленность одного из качеств способствует дополнительному сокращению времени оперативной работы с началом тренировки любого из двух других.

В то же время, когда звено по подготовленности в целом приближается к своему лучшему уровню, более эффективным будет уделить больше внимания тренировке слаженности x_3 по сравнению с тренировками способности ориентироваться в пространстве x_2 , продолжая совершенствовать специальную выносливость x_1 в первую очередь. При этом относительно лучшая подготовленность одного из качеств не способствует дополнительному сокращению времени оперативной работы с началом тренировки любого из двух других.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ И ПРОЦЕССОВ ИХ ЛИКВИДАЦИИ

Белюченко Д.Ю., преподаватель,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков

Опасность возникновения чрезвычайной ситуации в метрополитене вызвана наличием большого количества людей, находящегося в условиях ограниченного подземного пространства, широким использованием горючих материалов, отсутствием надзора и средств сигнализации на ряде объектов, а также сложностью работы в условиях чрезвычайной ситуации сотрудников метрополитена и подразделений оперативно-спасательной службы гражданской защиты. Аварийно-спасательные работы на станциях метрополитена осложняются труднодоступностью большинства опасных объектов, в том числе тех, где могут находиться люди. Это вызвано сложностью конструктивно-планировочных решений станции, высоким задымлением и температурой, возможным выходом из строя кабельных коммуникаций, освещения, вентиляции, эскалаторов, устройств обеспечения безопасности движения поездов.

Приводятся результаты анализа чрезвычайных ситуаций, которые имели место на объектах метрополитена.

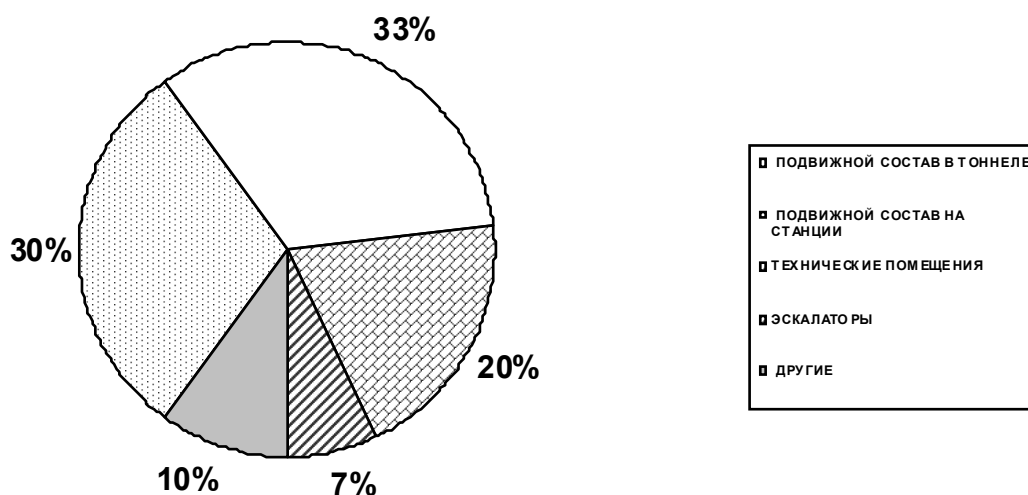


Рисунок 1 – Распределение чрезвычайных ситуаций на объектах метрополитена по местам их возникновения

Сделан вывод (см.рис.1) о том, что основным местом аварийно-спасательных работ личного состава оперативно-спасательной службы гражданской защиты и персонала метрополитена, учитывая требование вывода, при наличии такой возможности, горящего состава из тоннеля,

будут подземные сооружения станций метрополитена и подвижной состав на станции.

Отмечается, что для пожарно-спасательных подразделений основным видом частных боевых действий из числа тех, которые присутствуют в их работе в процессе ликвидации чрезвычайных ситуаций на станциях метрополитена, является спасение пострадавших. Это подтверждает и анализ распределения действий личного состава пожарно-спасательных служб, которое свидетельствует о том, что только 17% работ в случае возникновения чрезвычайной ситуации связано с непосредственной ликвидацией причин ее возникновения. Остальные 83% составляют спасательные работы на станциях метрополитена.

Анализ чрезвычайных ситуаций, которые имели место на объектах метрополитена, показывает высокую цену последствий их возникновения. Решающим направлением боевых действий является проведение аварийно-спасательных работ на станциях метрополитена. При этом их эффективность определяется результатами деятельности спасателей на начальном этапе, который характеризуется операциями по ликвидации чрезвычайной ситуации подручными средствами и проведению эвакуационных и спасательных работ. Последние могут проводиться как в регенеративных дыхательных аппаратах, так и в аппаратах на сжатом воздухе.

Отмечено, что процесс аварийно-спасательных работ на станциях метрополитена в случае возникновения чрезвычайной ситуации в метрополитене представляет собой систему "спасатель – чрезвычайная ситуация – средства защиты и ликвидации аварии", которая обеспечивает спасение людей, в том числе из непригодной для дыхания среды, и ликвидацию чрезвычайной ситуации.

Совершенствование рассматриваемого процесса требует знания закономерности деятельности спасателей в ходе аварийно-спасательных работ. Однако существующий научно-методический аппарат оценки профессиональной деятельности в экстремальных условиях недостаточно полно учитывает особенности, связанные с проведением аварийно-спасательных работ: большое количество разнообразных условий и замкнутых циклов, воздействие большого числа случайных факторов, отличия в выполнении спасателями отдельных операций в изолирующих аппаратах, связанные со спецификой расхода запаса газозоодушнoй смеси при работе в метрополитене и т.д.

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОСТАВКИ СИЛ И СРЕДСТВ ПРИ ТУШЕНИИ ПРИРОДНОГО ПОЖАРА

Беляев В.Ю., Тарасенко А.А., д.т.н.
Национальный университет гражданской защиты Украины, г.
Харьков

Эффективность борьбы с природными пожарами, возникающими в горных заповедниках или иной труднодоступной местности, в значительной степени определяется оперативностью прибытия и боевого развертывания сил и средств (СС) пожаротушения, которая, в свою очередь, зависит от расстояния между конечной точкой маршрута движения СС и очагом пожара. Отсутствие развитой сети дорог зачастую приводит к необходимости прокладки маршрута движения пожарной техники (ПТ) в условиях бездорожья и невозможности непосредственного подъезда к очагу пожара. Повышенная крутизна рельефа существенно ограничивает возможности движения ПТ, поскольку напрямую влияет на устойчивость пожарного автомобиля, и определяет, таким образом, степень безопасности того или иного маршрута.

Решение навигационной задачи по прокладке безопасного маршрута должно учитывать реальные параметры местности (что может быть осуществлено при использовании ГИС-технологий) и тактико-технические характеристики пожарного автомобиля.

В работе [1] предложена процедура получения новой высокоточной ГИС-модели поверхности рельефа (отличной от общепринятых DEM)

$$Z(x, y) = \sum_{s=0}^{S-1} \sum_{t=0}^{T-1} Z_{st}(x, y) \eta_s(x) \eta_t(y), \quad (1)$$

где $\eta_x^s = \eta(x - h \cdot s) - \eta(x - h \cdot (s + 1))$; $\eta_y^t = \eta(y - h \cdot t) - \eta(y - h \cdot (t + 1))$;
 $\eta(x)$, $\eta(y)$ - функция Хэвисайда; h - шаг квадратной решетки; $S = [N_x / h]$;
 $T = [N_y / h]$ - количество ячеек решетки; $Z_{st}(x, y)$ - бикубические сплайны

$$Z_{st}(x, y) = \sum_{u=0}^3 \sum_{v=0}^3 a_{uv}^{st} (x - x_s)^v (y - y_t)^u, \quad (2)$$

где x_s, y_t - значения абсциссы и ординаты векторизированных горизонталей рельефа в узлах регулярной квадратной решетки; a_{uv}^{st} - коэффициенты, полученные из условий гладкой сшивки $Z_{st}(x, y)$ с использованием метода Кунса.

Данная модель может быть получена на основе оцифровки графической информации (изображений горизонталей рельефа), содержащейся в обычных «твердых» картах. Достоинством данной модели является ее аналитичность, что позволяет использовать ее при прогнозировании динамики разного рода природных ЧС, в т.ч. – лесных пожаров в горах [1]. Модель позволяет находить крутизну склона $\alpha(\varphi; x; y)$ в произвольном азимутальном направлении φ .

Маршрут будет считаться безопасным, если движение автомобиля будет устойчивым на всем его протяжении, т.е. когда проекция центра масс $(x_c; y_c)$ автомобиля будет оставаться в пределах проекции его основания. В связи с этим, не всякое направление движения автомобиля в условиях бездорожья является допустимым. Нахождение области Φ допустимых значений азимутального угла φ ориентации автомобиля, при которых проекция центра масс оказывается внутри границы проекции основания, можно осуществить решением неравенства

$$R(x_c(\varphi), y_c(\varphi)) \leq 0, \quad (3)$$

получаемого подстановкой координаты проекции центра масс в R-уравнение [2] контура проекции основания. В общем случае такое решение представляет собой объединение от 0 до 4 (по количеству сторон основания AC) интервалов и зависит как от ТТХ данного автомобиля, так и от крутизны склона α в азимутальном направлении φ в каждой точке $(x; y)$ маршрута.

Численное решение неравенства (3) в каждой вершине ломаной, аппроксимирующей маршрут, является затратным, что снижает оперативность нахождения решения, тем самым – снижает практическую ценность данной процедуры.

Предложено аналитическое решение данной задачи, существенно ускоряющее нахождение допустимых направлений движения ПТ в каждой точке области, что в дальнейшем позволит найти изохроны движения пожарного автомобиля и его оптимальный маршрут к очагу природного пожара на основе модифицированного алгоритма «встречной волны»[3].

Список литературы

1. Абрамов Ю.А., Басманов А.Е., Тарасенко А.А. Моделирование пожаров, их обнаружения, локализации и тушения. – Харьков: НУГЗУ, 2011. – 927 с.
2. Рвачев В.Л. Теория R-функций и некоторые ее приложения. – Киев: Наукова думка, 1982. – 552 с.

3. Беляев В.Ю., Тарасенко А.А., Туркин И.Б. Нахождение оптимального маршрута эвакуации населения по существующей сети автодорог // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2011. - Вип. 13. - С. 39-46.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОЛЁТА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В ЗОНЕ ЛЕСНОГО ПОЖАРА

Бетина Е.Ю.

**Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Наиболее эффективным при тушении пожаров в больших лесных массивах является применение авиационной техники, что обусловлено удалённостью водоёмов для забора воды и плохой проходимостью наземного транспорта. При этом лесной пожар оказывает существенное влияние на приземный слой атмосферы: повышается температура; изменяется состав воздуха; усиливается горизонтальная составляющая скорости ветра, возрастает турбулентность; ухудшается видимость. Перечисленные факторы повышают вероятность выхода летательного аппарата (ЛА) на критические и закритические углы атаки, что, в свою очередь может привести к сваливанию и штопору. Очевидно, что такие усложнённые условия эксплуатации должны быть учтены ещё на этапах проектирования авиационной техники.

Проектирование ЛА сопровождается обязательным прогнозированием и изучением их аэродинамических характеристик. Для исследования динамики полёта ЛА в зоне лесного пожара наиболее эффективным представляется метод моделирования с помощью свободнолетающих динамически подобных моделей (СДПМ) в условиях Стандартной атмосферы (СА). Однако, существующий метод создания СДПМ и проведения на них лётных исследований базировался на допущении о том, что полёты и натурального ЛА, и его динамически подобной модели происходили в условия СА, то есть для решения данной задачи в исходном виде использоваться не может [1].

Поэтому целью работы является разработка методических основ моделирования динамики полёта ЛА в зоне лесного пожара с помощью СДПМ в условиях СА.

Характеристики атмосферы в зоне лесного пожара существенно отличаются от стандартных, в результате изменения температуры и состава окружающей среды вследствие физико-химических превращений во фронте пожара.

Газовая фаза в зоне лесного пожара состоит из O_2 , N_2 , CO , CH_4 , H_2 , CO_2 , H_2O , C_2H_4 . Но для упрощения расчётов принимаем допущение о том, что газовая фаза состоит из кислорода, летучих горючих продуктов пиролиза, продуктов реакции горения летучих горючих продуктов пиролиза (CO_2) и инертных компонентов газовой фазы. Причём летучие горючие

продукты пиролиза считаются одним эффективным газом типа CO, а инертные компоненты газовой фазы – газом типа N₂. [2]

На основании принятого допущения получены зависимости для определения характеристик атмосферы в зоне пожара как для четырёхкомпонентной газовой смеси [3]. Что позволяет по существующим формулам определять основные масштабы подобия для исследования динамики полёта натурального ЛА в зоне лесного пожара с помощью СДПМ в условиях СА.

Для анализа зависимостей масштабов k_ℓ , k_m и k_I от высот полёта натурального ЛА в зоне лесного пожара и СДПМ на полигоне в условиях СА или близких к ней были построены графики. При этом использованы данные о состоянии атмосферы над зоной максимальных температур во фронте лесного верхового пожара (средняя высота деревьев составляет 20 м).

При анализе полученных результатов установлена принципиальная возможность создания СДПМ для моделирования динамики полёта ЛА в зоне лесного пожара в условиях СА при совместном удовлетворении критериев Фруда, Рейнольдса и Маха со значениями масштабов подобия основных параметров, отличными от единицы.

Так как при удовлетворении подобия только по критерию Фруда масштаб линейных размеров k_ℓ не зависит от высот аэродинамического подобия, то были проведены расчеты и построения для двух характерных случаев: при значениях масштаба линейных размеров меньше единицы ($k_\ell=0,5$, то есть линейные размеры СДПМ в два раза больше соответствующих размеров натурального ЛА) и больше единицы ($k_\ell=2$, то есть линейные размеры СДПМ в два раза меньше соответствующих размеров натурального ЛА). В обоих рассмотренных случаях зависимости масштабов масс и моментов инерции и от высот аэродинамического подобия имеют возрастающий характер (рис. 1).

Анализ полученных результатов показывает, что при $k_\ell=0,5$ могут возникнуть проблемы создания СДПМ для исследования полета натурального ЛА на высоте, близкой к 0 м в зоне пожара, поскольку в этом случае СДПМ должна быть в 2 раза больше натурального ЛА по габаритным размерам, но тяжелее в 12...41 раз.

Графики, построенные для масштабов подобия при совместном удовлетворении критериев Фруда и Рейнольда, позволяют сделать вывод о том, что для исследования динамики полёта натурального ЛА в зоне лесного пожара на высотах от 0 до 40 м необходима СДПМ меньших, чем натуральный аппарат размеров.

Создание СДПМ геометрически больше натурального ЛА при соблюдении подобия по критериям Фруда и Рейнольда необходимо только для моделирования динамики полёта натурального ЛА на высотах 40...60 м,

причём высотам полета натурального ЛА около 40 м соответствуют высоты полёта СДПМ более 7 км.

Отличительной особенностью моделирования динамики полёта натурального ЛА в зоне лесного пожара при удовлетворении критериев Фруда и Маха является то, что в этом варианте геометрические размеры СДПМ должны быть меньше соответствующих размеров натурального ЛА.

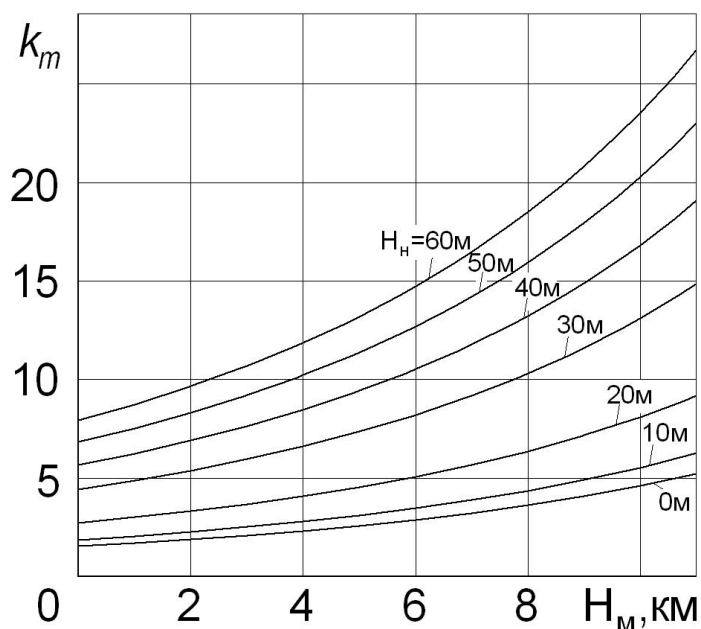


Рис. 1 Значения масштаба масс при удовлетворении критерия Фруда ($k_\ell = 2$)

Построенные зависимости могут быть использованы как номограммы для оперативного приближенного определения масштабов подобия основных параметров СДПМ.

Список литературы

1. Определение размеров и массово-инерционных параметров свободнолетающих динамически подобных моделей самолетов: учеб. пособие / А.И. Рыженко, А.В. Бетин, В.И. Рябков, О.Р. Черановский; Мин-во просвещения Украины, Харьк. авиац. ин-т. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 1992. – 101 с.
2. Гришин А.М., Общие математические модели лесных и торфяных пожаров и их приложения // Успехи механики: сб. науч. тр. Томского гос. ун-та. – Т. 1, №4. – Томск., 2003. – С. 41 – 89.
3. Бетина, Е.Ю. Масштабы подобия основных параметров экспериментального воздушного судна для моделирования полёта натурального летательного аппарата в зоне лесного пожара // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”. – Вып. 1 (57). – Х., 2009. – С. 94 – 101.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА СТАНЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА ИМИТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Бородич П.Ю., к.т.н.,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков, Украина

В докладе отмечается, что анализ аварийно-спасательных работ на станциях метрополитена показал, что процесс тушения пожара представляет собой функционирование сложной системы «человек-машина-среда», повышение эффективности которой требует наличия объективной оценки. Для получения последней необходимо проанализировать большое количество взаимосвязанных работ, которые обеспечивают тушение, эвакуацию и спасание (при необходимости) потерпевших. Необходимые для анализа показатели могут быть получены путем имитационного моделирования. Показано, что недостатки существующего научно-методического аппарата применительно к оценке пожарно-оперативного обслуживания на станциях метрополитена устраняются в случае использования аппарата Е-сетей.

Анализируются особенности использования разработанной авторами имитационной модели. Показано, что она позволяет провести сравнительную оценку эффективности реализации тех практических рекомендаций, которые были получены в результате анализа результатов пожарно-тактических учений на станциях «Советская», «Пушкинская» и «Южный вокзал» Харьковского метрополитена. В основу такой оценки было положено сравнение полиномиальных моделей, которые были получены в результате многофакторного имитационного эксперимента, проведенного в соответствии с планом $3 \times 3 \times 3$ – традиционным планом технико-экономических экспериментов, который использовался для исследования воздействия отдельно каждого из трех выбранных факторов на трех уровнях (при прочих равных условиях)

В частности, показано, что многофакторные модели времени спасания пострадавшего первым звеном газодымозащитной службы в натуральных переменных до (1) и после (2) реализации рекомендаций, которые были даны по результатам разбора пожарно-тактического учения на станции метро «Пушкинская» в г. Харьков, имеют следующий вид

$$Y_1 = 1047,95 - 157,21x_1 - 7,05x_3 ; \quad (1)$$

$$Y'_1 = 793,52 - 123,61x_1 - 10,03x_3 . \quad (2)$$

На рисунке приведено графическое отображение зависимостей (1) и (2). Их анализ позволяют утверждать, что реализация рекомендаций (согласование действий разнообразных служб на начальном этапе

спасательных работ, разрешение работы эскалаторов в том случае, когда имеет место пожар на подвижном составе, обучение и тренировка газодымозащитников правильному дыханию, совершенствование выносливости и способности ориентироваться в пространстве, а также сокращение времени работы постовых на посту безопасности за счет использования упрощенных расчетных соотношений) приведет к существенному сокращению времени выполнения наиболее важных событий пожарно-оперативного обслуживания на станциях метрополитена.

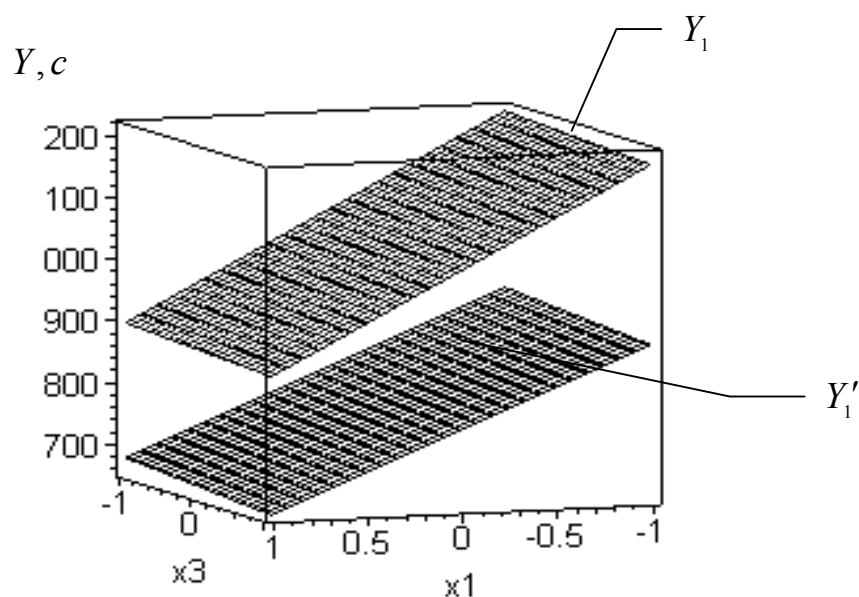


Рисунок - Зависимость времени спасения пострадавшего первым звеном газодымозащитной службы до (Y_1) и после (Y_1') реализации рекомендаций

пожарно-
астности,
ГДЗС

сократиться в среднем на 15-20 %, время тушения пожара на начальном этапе уменьшится в среднем на 20-30%. Также можно утверждать о существенном снижении времени предварительного боевого развертывания (от 5% до 17%).

В докладе отмечается, что разработанный метод имитационной оценки эффективности позволяет прогнозировать результаты деятельности личного состава пожарно-спасательной службы и сотрудников метрополитена в случае пожара или других чрезвычайных ситуаций на станциях метрополитена, выбирать операции, повышение эффективности выполнения которых позволит существенно улучшить время выполнения задания в целом, уточнять условия и требования к подготовке, определять рекомендации по работе со специальной техникой.

ПРОБЛЕМЫ ОБУСТРОЙСТВА ПОЖАРОУБЕЖИЩ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Васильченко А.В. , к.т.н., доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Для высотных зданий характерно пребывание в них большого количества людей, эвакуация которых должна быть своевременной и беспрепятственной. Однако, практика показывает, что при эвакуации из высотного здания часто складывается ситуация, когда по разным причинам не все могут вовремя покинуть здание [1, 2].

В [3] предложено решить вопрос спасения за счёт создания пожаробезопасных зон, в которых люди могли бы находиться до окончания пожара, либо до спасения их пожарными подразделениями. Подобные требования выдвигаются и нормативным документом "ДБН В.2.2-24:2009.

Проектирование высотных жилых и общественных зданий". В нем для укрытия и спасения людей, не успевших воспользоваться основными путями эвакуации, рекомендуется проектировать пожаробезопасные зоны, расположенные по высоте через каждые 15...25 этажей (45...75 м).

Также, в небоскребе Бурдж-Халифа высотой 828 м (162 этажа) для защиты людей при пожаре через каждые 25 этажей оборудованы особые помещения – пожароубежища, защищенные от огня и имеющие автономную систему кондиционирования. Считается, что люди не сумевшие спуститься вниз смогут в них переждать бедствие.

Пожароубежище, относясь к пожаробезопасным зонам, имеет концептуальную особенность: его рекомендуют устраивать в небоскребах – это специальное помещение, назначение которого обеспечить *длительное* укрытие от пожара для людей, не имеющих возможности воспользоваться основными путями эвакуации.

В высотных зданиях логично устраивать пожароубежища в промежуточных технических этажах, которые служат как бы границами пожарных отсеков.

Учитывая наиболее опасные сценарии развития пожарной ситуации при блокировании путей эвакуации [1,2], можно предположить, что заполнение пожароубежищ будет происходить, в основном, с вышележащих этажей и, возможно, с нескольких нижележащих этажей. Если предположить, что площадь этажа $S = 2500...5000 \text{ м}^2$, норма площади $N = 10...20 \text{ м}^2/\text{чел}$, а высота пожарного отсека $H = 25 \text{ эт.}$, то максимальное заполнение пожароубежища V можно ожидать

$$V = \frac{S \cdot H}{N} \approx (3000...6000) \text{ чел.} \quad (1)$$

Время заполнения пожароубежища, оценочно может составлять от 20 до 40 мин [2]. При этом достижение критических значений ОФП (по задымлению

и токсичным продуктам горения) в лестничной клетке при негативном сценарии может происходить за 4...15 мин [1, 4].

Для обеспечения относительного комфорта и безопасности людей в пожароубежище необходимо оборудовать его местами для сидения, системой воздухообмена, укомплектовать средствами первой медицинской помощи, устройствами коллективного и индивидуального спасения, устройствами защиты органов дыхания и т.д.

Если принять норму площади для пожароубежищ $p = 0,6 \text{ м}^2/\text{чел}$, то расчетная площадь пожароубежища для пожарного отсека $S_{ПУ}$ составит

$$S_{ПУ} = p \cdot V \approx (1800 \dots 3600) \text{ м}^2 . \quad (2)$$

Эта площадь сравнима с общей площадью этажа. Т.е. оценочная формула (2) показывает, что для организации пожароубежища в объеме технического этажа вряд ли хватит места, и потребуются дополнительный этаж.

Из вышеизложенного видно, что, если следовать начальной концепции, то:

- время заполнения пожароубежища превышает время достижения критических значений ОФП;
- для организации пожароубежища с требуемыми условиями комфортности необходимо выделять отдельно целый этаж, не совместимый с техническим этажом;
- такие пожароубежища, помимо того, что должны находиться в состоянии постоянной готовности, что требует больших расходов, занимают большой объем здания, снижая эффективность использования его площадей.

Таким образом, оценка возможности использования пожароубежища показывает, что кроме экономической неэффективности оно не соответствует своему концептуальному назначению. Действительно, для того, чтобы расчетное время заполнения пожароубежища не превысило необходимого, пожароубежища должны располагаться по высоте примерно через каждые 5 этажей. Однако, и в этом случае, несмотря на меньший требуемый объем помещения, пожароубежище не обеспечит достаточный уровень безопасности, т.к. не гарантируется свободное перемещение к нему по лестничной клетке.

Выдвинутая концепция назначения пожароубежища не выдерживает критики и является неработоспособной. Пожароубежища в том виде, в котором они задуманы, в случае необходимости их использования не обеспечат безопасности людей.

Взамен можно предложить систему безопасности высотных зданий, в которой:

1. Каждый этаж высотного здания разделяется на противопожарные участки противопожарными перегородками с противопожарными дверями.
2. Внутри каждого противопожарного участка размещается расчетное количество индивидуальных тросовых технических средств спасения.

3. Фасад высотного здания оборудуется приспособлениями для удобства использования технических средств спасения при пожаре.
4. Технические этажи располагаются по высоте через 10...15 этажей и оборудуются как пожаробезопасные транзитные зоны для ступенчатой эвакуации:
- перекрытия технических этажей оборудуются повышенной теплозащитой, а выходы в лестничные клетки – тамбур-шлюзами с противопожарными дверями;
 - по периметру технических этажей предусматриваются балконы, на которые люди могут эвакуироваться с вышележащих этажей с помощью технических средств спасения;
 - на технических этажах в разных концах необходимо размещать не менее двух устройств коллективного спасения (специальные лифты или рукавные устройства), защищенных от ОФП, на случай невозможности эвакуации по лестничным клеткам;
 - коллективные средства спасения должны связывать технические этажи друг с другом.

Список литературы

1. Холщевников В.В. Парадоксы нормирования обеспечения безопасности людей при эвакуации из зданий и пути их устранения / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин, И.Р. Белосохов, Р.Н. Истратов и др. // Пожаровзрывобезопасность. – Том 20. – № 3. – 2011. – С. 41-51.
2. Холщевников В.В. Анализ процесса эвакуации людей из высотных зданий / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин // Жилищное строительство. – № 8. – 2008. – С. 2-4.
3. МГСН 4.19-2005. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве.
4. Васильченко А.В. Расчет фактического времени спасения людей из высотного здания с помощью технических средств / А.В.Васильченко, Н.Н.Стец // Сб. науч. трудов «Проблемы пожарной безопасности». – Вып. 25. – Харьков: УГЗУ, 2009. – С. 34-37.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ РАСТВОРОВ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ПЕН, ПОЛУЧАЕМЫХ НА ИХ ОСНОВЕ

Гайнуллина Е.В. к.т.н., доцент

Набиев А.В., курсант

Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург

Применение растворов ПАВ в качестве огнетушащих составов в современных помещениях, высоко насыщенных электрическими и электронными приборами и оборудованием, обуславливает необходимость контроля электропроводности как самих растворов, так и пен, получаемых на их основе. Такие требования по ограничению электропроводности растворов ПАВ определяются возможностью поражения электрическим током обслуживающего персонала и необходимостью сохранения электрического оборудования в рабочем состоянии.

При определении электропроводности кондуктометрическим методом были исследованы пены, полученные из водных растворов промышленных ПАВ - додецилсульфата натрия, гексадецилпиридинхлорида, а также пенообразователя ПО – 6ТС с различными модифицирующими добавками, используемыми в качестве стабилизаторов. В качестве модифицирующих добавок на основании анализа имеющихся литературных данных [1-3] и свойств веществ были выбраны следующие вещества: глицерин; этиленгликоль; этилацетат; бутилацетат; пропиловый спирт; изопропиловый спирт; бутиловый спирт; изобутиловый спирт, изоамиловый спирт; а также неорганические кислоты: соляная кислота; серная кислота; азотная кислота. Пенообразующие составы на основе неорганических кислот, хотя и обладают несколько более высокой коррозионной активностью, но широко используются в качестве специальных пенообразователей для тушения полярных горючих жидкостей, для тушения, изоляции и дегазации проливов токсичных веществ.

Следует отметить, что данные добавки позволяют, в сочетании с каждым конкретным ПАВ, получить пену не только высокой кратности, но и достаточно продолжительно существующую во времени, т.е. обладающую повышенной устойчивостью.

Результаты измерений электропроводности пен при температуре 22°C представлены на рис. 1.

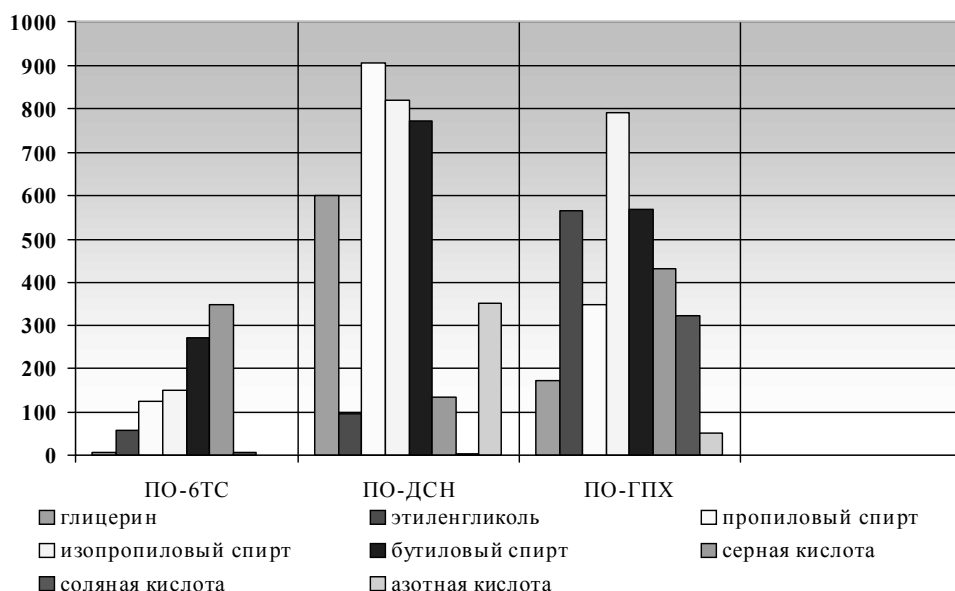


Рис. 1. Электропроводность пен, полученных из исследуемых пенообразователей с различными модифицирующими добавками

Среди пен, полученных на основе додецилсульфата натрия, наименьшей электропроводностью обладают пены с добавками соляной кислоты ($1,22 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) и этиленгликоля ($96,00 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$). При получении пен из водных растворов 1-гексадецил пиридинхлорида соляной ($2,3 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) и азотной ($51,0 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) кислот, этиленгликоля ($144 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$), бутилового ($117,0 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) и изобутилового ($161,3 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) спиртов. Для пен на основе ПО-6 К наименьшая электропроводность наблюдается при применении в качестве добавок азотной ($1,15 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) и соляной ($4,9 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) кислот, глицерина ($6,3 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) и этиленгликоля ($56,8 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$). Таким образом, можно заключить, что наибольшей электропроводностью характеризуются пены на основе раствора додецилсульфата натрия, а наименьшей электропроводностью - на основе пенообразователя ПО-6ТС.

Кислотные добавки (серная, соляная, азотная кислоты) в сочетании со всеми исследованными ПАВ позволяют получить пену с наименьшей электропроводностью, а также существенно увеличивают кратность и устойчивость пен по сравнению с контрольными образцами. Их электропроводность, в среднем, в два – четыре раза ниже, чем у других рассмотренных веществ. Следовательно, разработка пенных составов с применением неорганических кислот (серной, соляной и азотной) может послужить основой для получения пенообразователей как общего, так и целевого назначения.

Данные, полученные при определении устойчивости пен (согласно ГОСТу Р 50588-93 «Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний»), приготовленных из исследованных растворов, показали, что с уменьшением электропроводности растворов ПАВ устойчивость пен увеличивается. Исходя из чего, на этапе предварительных испытаний, можно сделать

заклучение о том, что в качестве ПАВ для получения наиболее устойчивой к разрушению пены среди веществ одного ряда следует выбирать те, которые характеризуются наиболее низкой электропроводностью.

Список литературы

1. Шароварников А.Ф., Салем Р.Р., Шароварников А.Ф., Шароварников С.А. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав. Свойства. Применение. - М.: Издательский дом "Калан", 2006. - 362 с.
2. Горшков В.И. , Гуринова Э.Л., Николаев В.М., Титов О.А. Электропроводность огнетушащих веществ // Вопросы горения полимерных материалов в обогащённых кислородом средах: Сборник трудов – Москва. – 1975. – С. 104-112
3. Андреев А.П., Герасимова И.Н. Пенообразующие составы для тушения, изоляции и дегазации проливов экологически опасных веществ // Пожаровзрывобезопасность. 2005. № 6. С. 67-70.

РЕСПИРАТОРЫ ЗАЩИТЫ ПОЖАРНЫХ XIX ВЕКА

**Гуров А.В., старший преподаватель, Горин В.Ю., слушатель
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Защитник легких или респиратор Хэслетта (Рис.1), 1847 год.

Среди самых ранних предшественников противогаза было устройство, изобретенное в 1847 году Льюисом П. Хэслеттом из Луисвилла, штат Кентукки. Это устройство использовало два односторонних створчатых клапана: один, чтобы впускать воздух через фильтр в форме луковицы и другой для выпуска выдыхаемого воздуха непосредственно в атмосферу.

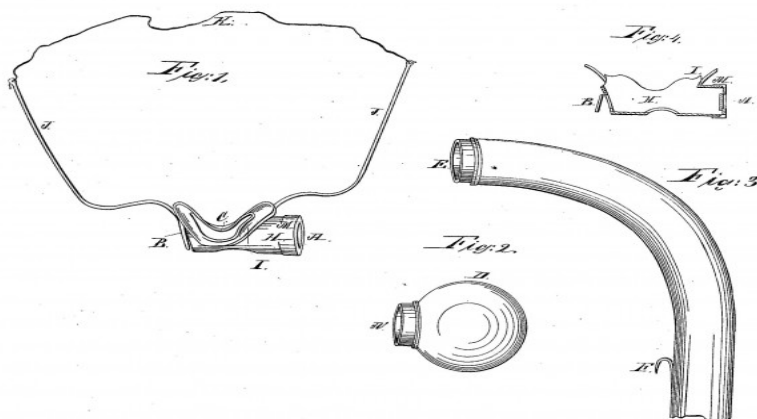


Рис. 1 «Защитник легких» или респиратор Хэслетта

Материал фильтра — шерсть или другое пористое вещество, увлажненное водой — подходил для задержания пыли или других твердых макрочастиц, но не мог задерживать ядовитый газ. Два года спустя устройству «защитник легких» Хаслэтта предоставили первый американский патент на очищающий воздух респиратор [1].

Респиратор Мюнца (Рис.2), 1902 год

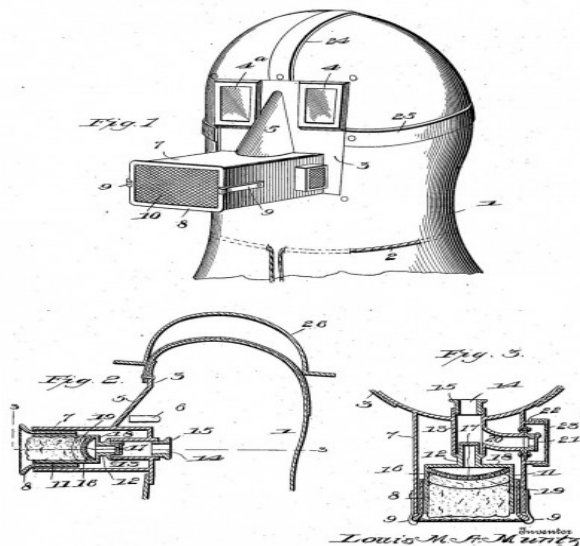


Рис. 2 Респиратор Мюнца

В 1902 Луис Мюнц из Вайноны, Миннесота, изобрел противогаз с полным головным покрытием. Канистра, расположенная на передней части маски, включала в себя трубки, клапаны, предварительный фильтр из губки и основанный на углероде адсорбент [3].

Респиратор для пожарных Тинделла (Рис. 3), 1871 год.



Рис. 3 Респиратор Тинделла

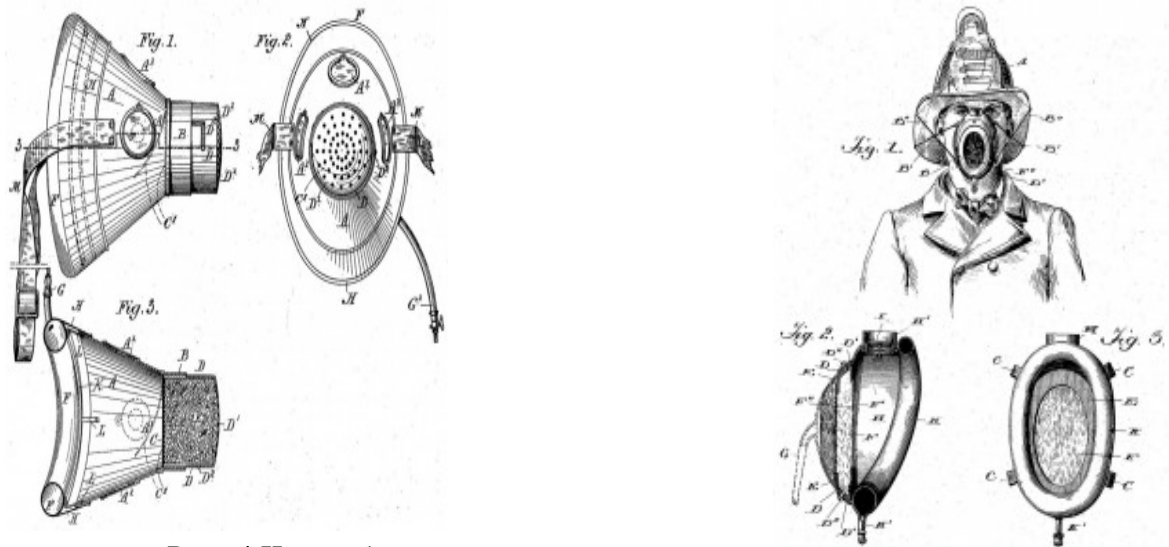


Рис. 4 Чашеобразные респираторы

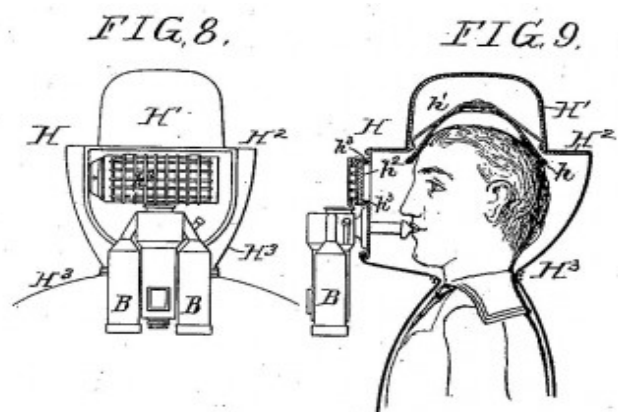
Чашеобразные респираторы (Рис.4), 1879 год.

В 1871 видный британский физик Джон Тинделл написал о своем новом изобретении, «респираторе пожарного», который сочетал защитные функции маски Стэнхауса и других устройств. После некоторых доработок он представил эту раннюю форму противогаза на встрече Королевского общества в Лондоне в 1874 году. Статья в журнале «Промышленник и Строитель» за июль 1875 описала его следующим образом: «Маска для пожарных профессора Тинделла снабжена респиратором, включающим отделение для воздушных клапанов и фильтрующую трубу приблизительно четыре дюйма длиной, ввернутой на внешней стороне [3].»

Доступ к респиратору из внутренней части осуществляется с помощью деревянного мундштука. Фильтрующее устройство состоит из ваты, протпитанной глицерином, известью и древесным углем; известь поглощает углекислоту (один из продуктов сгорания), глицерин воздействует на частицы дыма, а древесный уголь на пары углеводородов. Профессор Тинделл заявляет, что с помощью такого устройства можно находиться в атмосфере самого ужасного свойства до получаса, тогда как ранее, незащищенный человек погибал в ней в течение минуты» [3].



Рис. 5 Респираторы Леба



В 1879 году Хадсон Хёрт (Hudson R. Hurd) запатентовал чашеобразный респиратор, который служил для «предотвращения попадания ядовитых или вредных газов, частиц пыли или других веществ в горло и легкие». Респиратор был похож на те, которые широко используются в промышленности в настоящее время. Такие маски, отдаленно напоминающие пятак свиньи, плотно облегли нос и рот, и надежно закреплялись на голове с помощью тесемок. Обратный воздушный клапан на передней части маски позволял выходящему выдыхаемому воздуху. Изобретатели добавляли к конструкции респиратора некоторые улучшения, например сменные фильтры. Фирма изобретателя, H.S. Cover, продолжала выпуск респираторов до 1970-х [2].

Бернхард Леб из Берлина, Германия, производил и продавал дыхательное защитное снаряжение через свою собственную компанию с 1870-ых. Аппарат, для которого Леб зарегистрировал несколько патентов в Европе и США, был разработан, чтобы «очистить грязный или отравленный воздух... загрязненный дымом, пылью или вредными газами и парами». Трехкамерная металлическая канистра, носимая на талии, содержала систему фильтрации, включавшую в себя жидкие химикаты и несколько слоев гранулированного темно-серого и пористого материала. Гибкая труба шланга соединяла канистру с мундштуком, через который владелец мог вдыхать очищенный воздух. Дополнительная конфигурация предполагала размещение канистры непосредственно на закрытом шлеме. Перечень потребителей оборудования Леба в Соединенных Штатах включал Бруклинский департамент пожарной охраны в Нью-Йорке [3].

Список литературы

1. Грачев В.А., С.В. Собурь, И.В. Коршунов, И.А. Маликов. Средства индивидуальной защиты органов дыхания пожарных (СИЗОД): Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. – М. ПожКнига, 2012. – 190 с., ил. – Серия «Пожарная техника».
2. Юбилейный сборник трудов Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны. – М.: ВНИИПО МВД России, 1997. – 539 с., ил.
3. <http://fire-truck.ru/entsiklopediya/istoriya.html>

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО СИЗОД В XX ВЕКЕ

Гуров А.В., старший преподаватель, Трофимов И.В.
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж

В начале XX века в 1903 году компанией Dräger в Германии был выпущен новый дыхательный аппарат с замкнутым циклом дыхания, похожим на отдельные устройства компании Siebe Gorman (Рис.1). Он состоял из маски, выполненной из прорезиненной ткани закрывающей все лицо с панорамным стеклом и дыхательного мешка, связанного с маской с помощью шлангов, а также медного кислородного цилиндра. Также в конструкцию был включен абсорбент углекислого газа, наполненный волокнами, пропитанными едким калием, что позволяло использовать выдыхаемый воздух несколько раз. Продукция компании, дыхательные аппараты и другое оборудование для обеспечения безопасности стала столь популярной в горноспасательном бизнесе, что слово «draegerman» в конечном счете стало синонимом для подземного спасателя (Третий Новый Международный Словарь Вебстера). Компания, которая существует и сегодня, утверждает, что произвела два миллиона защитных масок для немецких вооруженных сил во время Первой Мировой Войны [4].

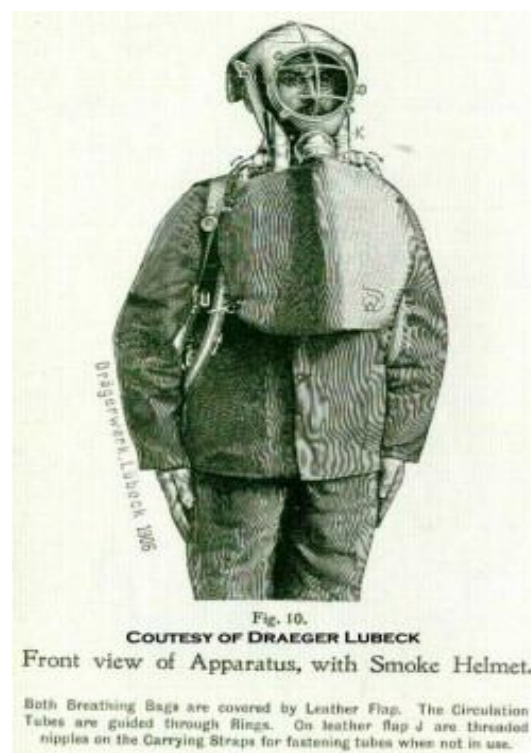


Рис.1 Дыхательный аппарат для пожарных немецкой фирмы Драгер, 1903 год

Первые отечественные противогазы изолирующего типа были изготовлены на Орлово-Еленовской станции горноспасательного оборудования в 1925 году. С

1930 года в СССР выпускались КИП-1 и КИП-3. В 1939 году на основе модернизации КИП-3 был создан КИП-5, получивший широкое применение при тушении пожаров. В 1947 году создается КИП-7, а также РКК-1 и РКК-2 (респиратор Ковшова и Кузьменко). В 1949 году был сконструирован новый тип противогаза «Урал-1». С 1967 года промышленностью выпускался КИП-8 (Рис.2) [3].



Рис.2 КИП – 8

В пожарной охране СССР в послевоенное время наибольшее распространение получили кислородные изолирующие противогазы, работающие по принципу регенерации выдыхаемого воздуха. Основным СИЗОД в 50-80-х годах в пожарной охране, составляющим 85% общего количества, являлся кислородный изолирующий противогаз КИП-8. Доля, приходящаяся на дыхательные аппараты со сжатым воздухом, составляла приблизительно 15% [3].

До конца 70-х годов на вооружении газодымозащитной службы находились противогазы устаревших конструкций —

КИП-5, КИП-7 и заимствованные у горноспасателей РВЛ и Р-12 (разработка ВНИИ горноспасательного дела - ВНИИГД г. Донецк). Противогаз кислородный изолирующий КИП-8, изготавливаемый Орехово-Зуевским заводом «Респиратор», в середине 70-х годов сменил устаревшую модель КИП-5 и предназначался для защиты органов дыхания и зрения от воздействия вредной внешней среды (дыма, ядовитых газов, паров и пыли в любой концентрации) при тушении пожаров и выполнении других работ в атмосфере, непригодной для дыхания [1].

Респираторы Р-12М и аппарат АСВ-2 (Рис.3), разработанные ВНИИГД, поступили на вооружение пожарной охраны в середине 70-х годов. Респиратор Р-12М (регенеративный противогаз) предназначался для защиты органов дыхания человека при работе в атмосфере, непригодной для дыхания, а также мог быть использован как самоспасатель. Масса респиратора в снаряженном состоянии составляла 14 кг [2].

Аппарат АСВ-2 предназначался не только для защиты органов дыхания человека при работе в загазованной атмосфере, но и при работе под водой на

глубинах до 20 м. Аппараты выпускались для баллонов емкостью 3 и 4 л с рабочим давлением в баллоне 20 МПа. Количество воздуха в аппарате составляло 1200-1600 л. Масса снаряженного аппарата составляла 14,6-15,5 кг. Аппарат АСВ-2 относился к прибору с запасом сжатого воздуха и открытой схемой дыхания. Применение сжатого воздуха в аппарате исключало возможность скопления в аппарате двуокиси углерода и возникновения гипоксии (кислородного голодания). Аппарат АСВ-2 состоял из двух баллонов со сжатым воздухом, соединенных в одну емкость с помощью коллектора, запорных вентилях с включателем резерва, водонепроницаемого манометра, редуктора, легочного автомата с воздухоподающим шлангом, маски или загубника с носовым зажимом и гарнитуром. В конструкции применялся безрычажный тип редуктора обратного действия. Схема подачи воздуха -двухступенчатая с отдельными ступенями редуцирования. Изготавливались аппараты АСВ-2 Ворошиловградским опытно-экспериментальным заводом горноспасательной аппаратуры и оборудования Министерства угольной промышленности СССР [1].



Рис.3 АСВ-2

В середине 80-х годов новый дыхательный аппарат со сжатым воздухом для пожарных ЛАНА (легочно- автоматический носимый аппарат) был разработан ВНИИПО МВД СССР совместно с ВНИИ горно-спасательного дела Минуглепрома СССР. В комплект аппарата входил запасной баллон, четыре маски с панорамным стеклом и переговорной мембраной (фирма «Меди», ГДР) и спасательное устройство для эвакуации людей из задымленных помещений [2].

В конце 90-х годов межведомственной комиссией для аппаратов АИР-317 была принята кассета из двух 4-х литровых композитных баллонов. Увеличилось время защитного действия, была снижена масса аппарата, вдвое уменьшился срок перерегистрации баллонов. Серийное производство кассет

баллонов было организовано на АО «НПП Звезда». В это время были закончены испытания нового дыхательного аппарата разработанного АО «НПП Звезда» совместно с ВНИИПО. Он представлял новое поколение аппаратов, у которых значительно был повышен коэффициент защиты за счет использования постоянного избыточного давления под лицевой частью, а также улучшена эргономика [3].

Список литературы

1. В.А. Грачев, Д.В. Поповский. Газодымозащитная служба: Учебник. – М. ПожКнига, 2004. – 384 с., ил. – Серия «Пожарная техника».
2. В.А. Грачев, С.В. Собурь, И.В. Коршунов, И.А. Маликов. Средства индивидуальной защиты органов дыхания пожарных (СИЗОД): Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. – М. ПожКнига, 2012. – 190 с., ил. – Серия «Пожарная техника».
3. Юбилейный сборник трудов Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны. – М.: ВНИИПО МВД России, 1997. – 539 с., ил.
4. <http://fire-truck.ru/entsiklopediya/istoriya.html>

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПОЖАРНЫХ XIX ВЕКА

**Гуров А.В., старший преподаватель, Шубин А.В.,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Эффективное тушение пожаров и проведение спасательных работ в задымленном здании или помещении невозможно без средств защиты органов дыхания пожарных и спасаемых. Продолжительное время в качестве такого средства защиты применялась губка, смоченная уксусом или водой. Губка способствовала охлаждению раскаленного на пожаре воздуха и выполняла функции фильтра продуктов сгорания. В то же время она была бессильна против образующихся при горении отравляющих газов и совсем не защищала глаза, что делало ее бесполезной даже при кратковременной работе на пожаре.

Поиски новых средств защиты органов дыхания привели к созданию в Австро-Венгрии противодымной маски, состоящей из очков и респиратора. Перед наружным отверстием для поступления воздуха в органы дыхания имелась проволочная решетка, в которую помещалась губка, смоченная уксусом или водой [2].

В 1876 году инженер Б. Леба предложил соединить поля шляпы, изготавливаемой из прочного материала, с жестяной маской, очками и двойным респиратором. Респиратор изготавливался из двух горизонтальных трубок, наполненных чередующимися слоями пропитанной глицерином ваты и кусочками обожженного угля. Возле выходного отверстия респиратора, рядом с дыхательными путями пожарного, находилась губка, смоченная в ароматическом растворе уксуса [3].

К середине XIX века был изобретен аппарат системы «Бремен», получивший название «пожарная маска», внешне напоминал водолазный шлем. Для подачи воздуха внутрь шлема применяли нагнетательный насос и воздушные трубки. Однако работать с ним было нелегко. Вес тяжелого шлема, ограниченное поле зрения очков маски, незначительная длина (около 11 м) и опасность повреждения воздушной трубки, сам подаваемый воздух, нагревающийся от высокой температуры внутри горящего здания, не позволяли эффективно выполнять функции по тушению пожара. Для устранения этих недостатков инженером Г. Клеман из Гамбурга был предложен респирационный аппарат, в котором применялась циркуляция подаваемого воздуха внутри шлема, что обеспечивало охлаждение головы пожарного. Главным достоинством аппарата стало разделение воздухопроводного шланга на спине пожарного на два рукава, сходящихся в мундштуке маски. Сами трубки для подачи воздуха были изготовлены из материала, не лопающегося на изгибах. Предусматривался и звуковой прибор, издававший сигнал при перегибе шланга или прекращении подачи воздуха [1].

В конце XIX в. наиболее совершенным считался аппарат «Магирус-1» с нагнетательным насосом. В нем очковые стекла были заменены одним стеклом, а вместо переговорного устройства придавался ручной фонарь. Широкой известностью пользовалась маска «Кенига» — машиниста пожарной команды из г. Альтона (Англия). В качестве нагнетательного насоса он применил воздуходувной мех, а для выпуска отработанного воздуха служил специальный клапан. В состав аппарата «Кенига» входил также ороситель, закрепленный в верхней части маски. Создаваемая оросителем водяная завеса позволяла защитить пожарного от воздействия высокой температуры и ближе подойти к очагу пожара [1].

В 1853 г. профессор Шван из Гамбурга предложил конструкцию дыхательного аппарата с замкнутым циклом. В его состав входило два баллона со сжатым до 5 атмосфер кислородом и один баллон с известью и содой, в котором осуществлялась регенерация выдыхаемого воздуха. Эта идея оказалась плодотворной и на ее основе вскоре появляется целый ряд аппаратов, отличающихся лишь способами восстановления выдыхаемого воздуха. Новые аппараты с замкнутым циклом весили свыше 15 кг, что являлось существенным недостатком в их применении [1].

В одной из первых таких конструкций системы «Ванц» сжатый до 120 атмосфер воздух или кислород подавались в шлем пожарного из стального баллона, носимого за спиной или за поясом. Емкость баллона составляла 0,5 л. Однако выдыхаемый воздух удалялся через закрытое холстом отверстие, что не обеспечивало герметичности шлема от продуктов сгорания. Проблема выпускного клапана респиратора была успешно решена инженером из Санкт-Петербурга Э. Гольцгауер, который создает в 1893 году универсальный респиратор. На это техническое решение автору патентным ведомством России была выдана охранная грамота-привилегия. Респиратор Гольцгауера представлял собой воронкообразный колпак, надеваемый на голову. Воздух внутри колпака подавался через слой губки, уложенной в верхней части

респиратора. На его боковой стенке имелся цилиндрический выступ - тубулис, оканчивавшийся выпускным клапаном. В состав клапана входила тонкая металлическая пластина и колпачок с множеством мелких отверстий. При входе клапан плотно прижимался к отверстию тубулиса и закрывал его. При выходе тонкая металлическая пластина перемещалась, и воздух через мелкие отверстия выходил наружу [3].

Другим конструктивным решением автономного дыхательного аппарата, стало создание профессором Г. Гертнерт из Вены в 1895 г. дыхательного мешка «Пнеймотор», внутри которого имелись баллон со сжатым до 100 атмосфер кислородом и банка со щелочью. При работе с таким аппаратом дыхательный мешок наполнялся кислородом и подводился через трубку к органам дыхания, а внутренняя поверхность мешка пропитывалась щелочью. А. Майер и Е. Пиллар разработали аналогичные аппараты. Весили они около 8 кг, что обеспечило им широкое распространение [1].

В 1896 г. Р. Риттер, Г. Гертнерт и Т. Бенд из Вены создают аппарат, в котором для проведения пожарно-спасательных работ использовался один и тот же запас кислорода. С этого же года пожарные команды г. Базеля стали использовать новый дыхательный прибор Р. Горнера, состоящий из баллона емкостью 5 л, наполненный сжатым кислородом, лицевой маски и соединительного рукава. В верхней части баллона имелся редукционный клапан, обеспечивавший поступление в маску кислорода под давлением 0,3-0,4 атмосферы. Вывод продуктов дыхания наружу осуществлялся с помощью специального клапана. Используя аппарат, пожарные могли находиться в дыму до 10 минут. Весил дыхательный прибор Горнера 12 кг [1].

Брандмейстер Гире из Берлина в 1899 г. создает аппарат, состоящий из дыхательного мешка, укрепляемого на груди, и баллона с кислородом, соединенного с мешком. Восстановление выдыхаемого воздуха осуществлялось в особом устройстве, содержащем известь. Закреплялось оно на спине пожарного. Конструкция прибора оказалась удачной и в 1901 г. фирма «Дрегер» из г. Любека, приступила к его массовому производству [3].

Особый класс дыхательных аппаратов составляли устройства, в которых кислород получался непосредственно в аппарате в результате химических реакций. Приоритет их создания принадлежал профессору Венской технической школы Бамбергеру и доктору Беку. В 1904 г. они создали аппарат, принцип работы которого был основан на взаимодействии окиси калия и натрия с водяными парами. При этом выделялся кислород, а образующийся в результате реакции едкий калий или натрий использовался для поглощения углекислоты [3].

В 1894 г. немецкий ученый К. Линде впервые получает в промышленном масштабе жидкий воздух. Одними из первых это достижение по достоинству оценили специалисты, занимающиеся разработкой дыхательных аппаратов [1].

Парижский профессор Л. Клауд вместо жидкого воздуха применил в дыхательных аппаратах жидкий кислород. Последний помещался в металлическом баллоне, носимом пожарным. В комплект дыхательного

аппарата входило специальное устройство, с помощью которого сжатый кислород обращался в жидкий [1].

Разработка автономных (изолирующих) дыхательных аппаратов в последующем подтвердила эффективность данного направления обеспечения безопасности пожарных при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ [1].

Список литературы

1. В.А. Грачев, С.В. Собурь, И.В. Коршунов, И.А. Маликов. Средства индивидуальной защиты органов дыхания пожарных (СИЗОД): Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. – М. ПожКнига, 2012. – 190 с., ил. – Серия «Пожарная техника».
2. Юбилейный сборник трудов Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны. – М.: ВНИИПО МВД России, 1997. – 539 с., ил.
3. <http://fire-truck.ru/entsiklopediya/istoriya.html>

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ И ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ МЧС

**Деревянко А.А., к.т.н., доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков, Украина**

Решение проблем обеспечения пожарной безопасности объектов на современном этапе невозможно без внедрения современных и высокоэффективных технических решений, направленных своевременное обнаружение и тушение пожара. Доступ к информации о таких системах сегодня упрощен, но практических навыков работы с такой информацией и выявления с ее помощью тенденций развития тех или иных технических решений у выпускников высшей школы не очень много. Одним из способов выработки таких навыков и закрепления теоретических знаний, полученных в процессе изучения лекционного курса, является курсовое проектирование.

Однако, если традиционный подход при выполнении курсовых работ в рамках изучения технических дисциплин сводится к расчету или анализу работы систем по известным алгоритмам, то с учетом научно-исследовательского и педагогического характера будущей работы магистров университета курсовая работа по дисциплине "Современные системы пожарной автоматики" в Национальном университете гражданской защиты Украины носит аналитический характер и базируется как на знаниях, полученных в процессе изучения разных учебных дисциплин, так и на анализе новой патентной информации.

Целью курсовой работы является:

- закрепление полученных теоретических знаний и их углубление;
- изучение последних достижений науки и техники в области пожарной автоматики;
- приобретение курсантами навыков в определении основных тенденций развития той или другой области техники;
- получение навыков в работе с источниками патентной документации;
- развитие умений выделять особенности и существенные отличия в конструкциях технических решений;
- изучение и развитие навыков работы с системой управления базами данных, например, Microsoft Access;
- подготовка основы для выполнения дипломных проектов и работ.

Такая многоплановая цель едва ли могла бы быть решена при традиционном подходе к курсовому проектированию.

Исходя из этого, на кафедре автоматических систем безопасности и информационных технологий принята следующая методика выполнения курсового проекта. Задание на курсовую работу формулируется по возможности так, чтобы тема курсовой работы могла быть положена в основу одного из разделов магистерской работы, а при выполнении работы на кафедре автоматических систем безопасности и информационных технологий - служить ее основой. Это позволяет повысить заинтересованность курсантов в результатах работы.

Курсовой проект выполняется по общей теме "Анализ технического уровня, выявление тенденций развития и разработка предложений по усовершенствованию ... систем пожарной автоматики". Тема уточняется по индивидуальному заданию и выдается преподавателем за 2 месяца до установленного срока представления работы. При этом, например, возможны следующие направления выполнения работы по анализу технического уровня и выявлению тенденций развития систем оповещения о пожаре и управлении эвакуацией, методов испытаний установок пожаротушения, систем пожарной автоматики в Украине и систем пожарной автоматики для взрывоопасных производств.

Работа состоит из ряда этапов, которые выполняются последовательно.

В связи с тем, что одной из основных задач подготовки магистров является прививание привычек самостоятельной работы с научно-технической литературой, на первом этапе предусмотрен сбор материалов для проведения исследований. Этот наиболее трудоемкий этап выполняется курсантами во время самоподготовки в городской научно-технической библиотеке им. В.Г. Короленко и Центральной научно-технической библиотеке.

Отбор материалов можно делать по самым разнообразным источникам, но рекомендуется анализировать описания изобретений или их рефераты.

При сборе материалов курсанты последовательно решают задачи от определения рубрики международного классификатора изобретений, в которой представлена информация из исследуемых технических решений, до изучения патентных документов или их рефератов.

С патентными документами курсанты знакомятся, главным образом по журналам "Изобретения стран мира" за определенное количество лет. Как показала практика, общее количество рефератов, подлежащих анализу, должно быть не меньше 60.

В тексте пояснительной записки должны быть приведены исходные данные изобретения и его реферат в следующей последовательности: номер охранительного документа; страна, которая выдала охранительный документ; класс и дополнительные классы по международным классификатором изобретений; дата приоритета технического решения; страна, где выдано приоритетный охранительный документ; дата регистрации приоритетного охранительного документа и заявитель; год, номер и страница журнала "Изобретения стран мира", где напечатан реферат описания изобретения; реферат изобретения.

Поскольку в своей практической работе магистры должны уметь обобщать научно-техническую информацию, то на втором этапе работы им предлагается разработать свою классификацию технических решений по существенными признаками, которые они определили на основании изучения патентных документов.

Одной из главных оценок качества подготовки современного высококвалифицированного специалиста является умение работать с современными пакетами прикладных программ и способность самостоятельно разрабатывать проблемно-ориентированные приложения на их основе. В связи с этим, в курсовой работе предусмотрена разработка базы данных, в которой каждая запись имеет информацию в виде отдельных полей относительно полной характеристики технического решения и его аннотацию.

Для развития умений по определению новых, наиболее перспективных направлений развития техники, на третьем этапе курсантам предложено с помощью базы данных провести всесторонний количественный анализ технических решений. Например, предлагается проанализировать: количественное соотношение изобретений по странам, количественное соотношение в каждой стране по годам, количественное соотношение в мире по годам, количественное соотношение в мире по разным группам, количественное соотношение по разным подгруппам и др.

Результаты количественного анализа в курсовой работе приводятся в виде линейных диаграмм, и делается качественный анализ полученных результатов. На основании количественного анализа курсанты делают качественный анализ развития области, обосновывая свои выводы.

С целью развития умения проводить публичные выступления и вести дискуссии, защита курсовой работы проводится на семинарском занятии, на котором курсант делает доклад по теме, который может дать пояснение к

полученным результатам анализа, характеризует уровень развития исследуемой области, определяет наиболее возможные направления ее развития и отвечает на вопросы преподавателя и курсантов.

Понятно, что выполнение такой работы требует много времени. Но итоги опроса курсантов показали, что 75% из них считают выполнение такой работы полезной.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОЙ МОЩНОСТИ ПОТОКА ЖИДКОГО ОГНЕТУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

**Дуреев В.А., к.т.н. доцент
Литвяк А.Н., доцент, к.т.н., доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины, г.
Харьков**

Проведение проектных разработок систем автоматического водяного пожаротушения ставит задачу выбора необходимого противопожарного оборудования. Наименование и номенклатура противопожарного оборудования напрямую зависит от потребных расчетных параметров всей системы. Используя в качестве исходных данных топологию трубопроводов распределительной сети (РС), варьируя только геометрические параметры труб и оросителей, получаем многофакторную задачу определения расчетных параметров.

Следовательно, существует проблема выбора геометрических характеристик трубопроводов и оросителей для оптимизации гидравлических параметров распределительной сети.

В настоящее время для оценки гидравлических параметров РС используется методика [1]. В [2,3] выполнены гидравлические расчеты для рядков РС сложных топологий. Анализ [2, 3] показал, что результаты расчетов могут значительно отличаться из-за принятой изначально топологии распределительной сети. Наибольшее влияние оказывают диаметры трубопроводов участков РС, их протяженность и соединения. В [4] выполнены расчеты для тупиковых рядков РС постоянного переменного диаметра.

Анализ результатов показал, что последовательное увеличение диаметров трубопроводов позволяет снизить гидравлических потери, и в то же время значительно понижает расход и мощность подводимого потока ОВ. Исследования совокупного влияния геометрических характеристик трубопроводов и оросителей на гидравлические параметры распределительной сети, не выполнялись.

Для оценки совокупного влияния геометрических характеристик трубопроводов и оросителей на их гидравлические параметры, рассмотрены тупиковые рядки постоянного и переменного диаметров [4].

В первом случае, на тупиковом рядке РС, подключенном к питающему трубопроводу, расположены 6 оросителей, расстояния между оросителям 3 (м), между крайним оросителем и точкой ввода – 1,5 (м). Во втором случае, 6 оросителей расположены на тупиковом телескопическом рядке РС, подключенном к питающему трубопроводу, расстояния приняты те же. По методике [1] были определены: расход Q_0 , напор H_0 и мощность M_0 подводимого потока ОВ в точке ввода для разных значений диаметров d_{OP} оросителей и d_{TP} трубопроводов.

На рис. 1 ÷ 4 представлены результаты сплайн-аппроксимации полученных результатов расчета с использованием отрезков полиномов третьего порядка.

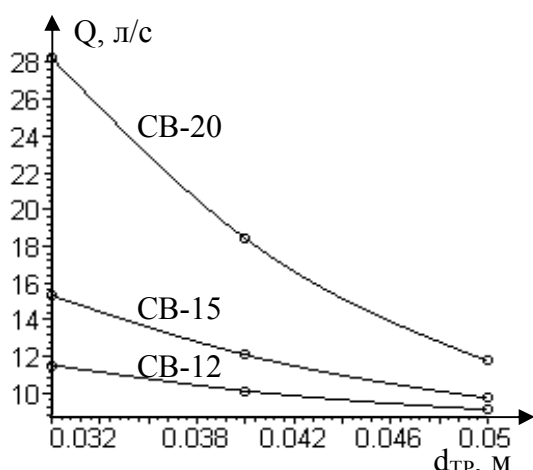


Рисунок 1 – График зависимости расхода жидкого ОВ в точке ввода от диаметра трубопровода рядка РС

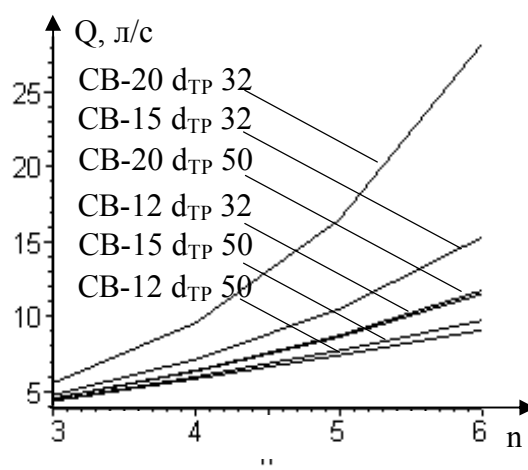


Рисунок 2 – График зависимости расхода жидкого ОВ, от числа оросителей на рядке РС

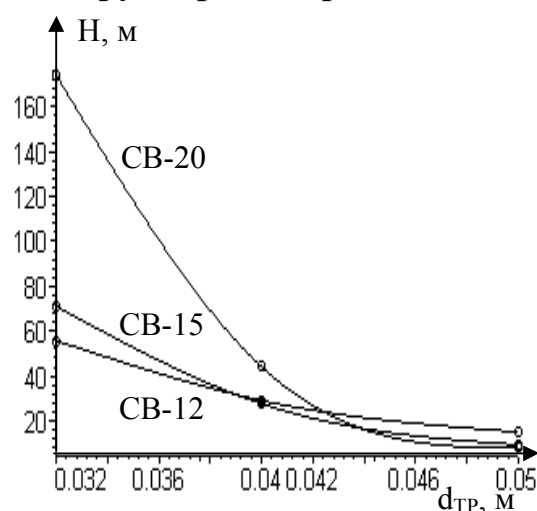


Рисунок 3 – График зависимости напора в точке ввода от диаметра трубопровода рядка РС

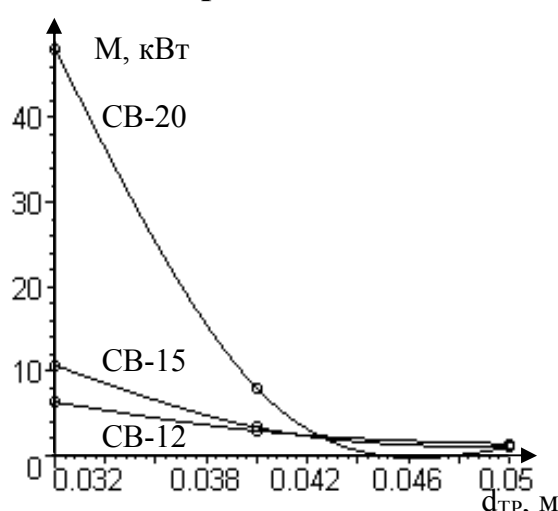


Рисунок 4 – График зависимости потребляемой мощности ОВ в точке ввода от диаметра трубопровода РС

Анализ графиков на рис. 1 ÷ 4 показывает, что для веток РС равного диаметра, расход, напор и мощность подводимого потока ОВ в точке ввода в большей мере зависят от диаметра применяемого оросителя. В тоже время отмечено, что для оросителей наибольшего типоразмера характерно максимальное уменьшение этих параметров при увеличении диаметра труб РС.

Кроме того, для труб равного диаметра, расход ОВ в точке ввода ветки РС $d_{TP} = 0,032$ (м) с 3 ÷ 6 оросителями СВ-15 отличается менее 1% от расхода на вводе ветки РС $d_{TP} = 0,050$ (м) с 3 ÷ 6 оросителями СВ-20.

Расход ОВ в точке ввода ветки РС $d_{TP} = 0,050$ (м) с 3 ÷ 5 оросителями СВ-12 отличается менее 1% от расхода на вводе ветки РС $d_{TP} = 0,050$ (м) с 3 ÷ 5 оросителями СВ-15 и менее 1,4% для 6 СВ-12 относительно 6 СВ-15. При этом во всех случаях, для СВ-12, за счет большего напора, мощность подводимого потока выше. Эти значения позволяют более гибко использовать геометрические характеристики РС при проектировании.

Выводы

Рассмотрен подход для выработки критериев оптимизации геометрических параметров РС при проектировании установок водяного пожаротушения.

Получены зависимости потребного расхода, напора и удельной мощности подведенного потока жидкого ОВ от геометрических характеристик оросителей и трубопроводов РС.

Список литературы

1. ДБН В.2.5–13–98* Пожарная автоматика зданий и сооружений. – К.: Госстрой Украины. 2006. – 82 с.
2. Мурин М. Н. Определение параметров распределительной сети установок водяного пожаротушения при их несимметричной топологии // Проблемы пожарной безопасности. Сборник научных трудов, выпуск 24. Харьков: УГЗУ. 2008.- С. 135 – 138.
3. Литвяк А. Н. Гидравлический расчет ряда кольцевой распределительной сети с заданными краевыми условиями методом источников и стоков / А. Н. Литвяк, В. А. Дуреев // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: УГЗУ. 2008. – № 24. – С. 96 – 99.
4. Мурин М. Н. Влияние геометрических параметров трубопроводов на потребную мощность подводимого потока жидкого огнетушащего вещества / М. Н. Мурин, А. Н. Литвяк, В. А. Дуреев // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: УГЗУ. – 2009. – № 26. – С. 65 – 68.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Кустов М.В., к.т.н.
Калугин В.Д., д.х.н., профессор
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков

При ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) различной природы (тушение лесных и степных пожаров с помощью конденсированной из атмосферы воды, осаждение твёрдых продуктов вулканического извержения, регуляция обводнённости местности и др.) определяющую роль играет наличие или отсутствие атмосферных осадков в зоне ЧС. Поэтому успешное решение задачи искусственного управления процессами осадкообразования в заданном районе существенно повышает эффективность борьбы с целым рядом ЧС как природного, так и техногенного характера. Однако контролируемое управление атмосферными процессами требует использование достаточно сложного оборудования и значительных энергозатрат. В этой связи одной из проблем, подлежащей разрешению, является исследование процесса активного воздействия на атмосферу мощными пучками микроволн.

Вопросам искусственного влияния на атмосферные процессы уделяется большое внимание на протяжении многих лет. На сегодняшний день разработаны и активно применяются такие методы как искусственное охлаждение некоторой зоны атмосферы за счёт распыления жидкого углекислого газа (CO_2) [1], что приводит к интенсификации процесса образования осадков из облаков. Нашел широкое применение метод активизации осадкообразования из облаков путём распыления солей йода [2-3]. Эти реагенты доставляются в зону воздействия либо с помощью летательных аппаратов, либо баллистическим методом [4]. Однако, данные методы имеют ряд ограничений по своему применению. В работе [5] установлено значительное влияние на скорость каплеобразования в атмосфере присутствия электрически заряженных частиц, в частности ионов и ионных кластеров. Поэтому установление возможности ионизации воздуха в необходимой зоне атмосферы позволит более успешно решить задачу эффективного конденсирования атмосферной влаги.

Наиболее активными центрами конденсации являются заряженные частицы. Среди водосодержащих аэрозольных частиц в атмосфере (облаках) присутствуют, как нейтральные, так и заряженные частицы. При нормальных условиях концентрация заряженных частиц незначительная ($\sim (2 - 3) \cdot 10^3 \text{ см}^{-3}$). Основную группу заряженных аэрозольных частиц в атмосфере составляют тяжёлые ионы (радиус от $7 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ мкм), которые образуются путём присоединения ионизированных молекул или свободных электронов к нейтральной акваэрозольной частице. Меньшую концентрацию имеют лёгкие ионы, представляющие из себя

ионизированные молекулы, либо части молекул, и ионные кластеры, состоящие из нескольких молекул или атомов ($r \sim 7 \cdot 10^{-4}$ мкм) [6]. Отдельную группу представляют свободные электроны, концентрация которых из-за короткого срока существования в атмосфере незначительна.

Ионы образуются при воздействии на атмосферные газы элементарных частиц с большой энергией и мощного электромагнитного излучения. В природных условиях основными источниками ионизации являются излучение радиоактивных веществ земной коры и космические лучи.

Оценка подвижности атмосферных ионов представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Подвижность различных классов ионов

Группа ионов	u , см ² /(с·В)	$r \cdot 10^8$, см
Легкие	1 - 3	7 – 10
Средние	0,01 – 0,001	10 – 250
Тяжелые	0,001 – 0,00025	250 - 500
Ультратяжелые	< 0,00025	> 500

При оценке подвижности атмосферных ионов не учитывалось влияние химической природы молекул и присутствие дипольных молекул воды, которые непосредственно влияют на подвижность ионов.

Концентрация лёгких ионов определяется балансом процессов образования и рекомбинации. Учитывая, что концентрация положительно заряженных ионов практически равна концентрации отрицательно заряженных, получим:

$$\frac{dn}{dt} = q - \alpha \cdot n^2, \quad (1)$$

где q – число образовавшихся пар ионов; α – коэффициент рекомбинации легких ионов, n – концентрация ионов.

Как уже отмечено выше, в атмосфере легкие ионы исчезают не только за счёт рекомбинации, но и путём оседания (прилипания) на нейтральных частицах и тяжелых ионах, следовательно уравнение (1) примет вид:

$$\frac{dn}{dt} = q - \alpha \cdot n^2 - \eta \cdot n \cdot N_0 - \gamma \cdot n \cdot N, \quad (2)$$

где N_0 , N – концентрации нейтральных частиц и тяжёлых ионов соответственно; η , γ – коэффициенты прилипания.

В работе [6] приведены следующие значения коэффициентов прилипания для безоблачной погоды: $\alpha \approx 1,6 \cdot 10^{-6}$ см³/с, $\eta \approx 4,3 \cdot 10^{-6}$ см³/с, $\gamma \approx 6,5 \cdot 10^{-6}$ см³/с. Исходя из этих данных и учитывая, что концентрации нейтральных частиц и тяжёлых ионов на порядок выше концентрации

лёгких ионов, можно заключить, что ионизация воздуха приведёт к появлению заряда на твёрдых и жидких аэрозольных частицах.

Процесс заряжения водосодержащих частиц атмосферного аэрозоля вследствие захвата ими ионов зависит от подвижности ионов. Как видно из табл. 1 подвижность лёгких ионов на несколько порядков выше более тяжелых классов ионов, поэтому основной вклад в процесс заряжения аэрозольных частиц дают именно лёгкие ионы. На каплях могут осаждаться как положительные, так и отрицательные ионы, поэтому отличный от нуля заряд атмосферных аэрозольных частиц будет обусловлен различной массой ионов, их различными коэффициентами диффузии ($D^- \approx 0,043 \text{ см}^2/\text{с}$, $D^+ \approx 0,028 \text{ см}^2/\text{с}$), разными по знаку заряда проводимостями воздуха, фрактальной структурой твёрдых водосодержащих образований и с избирательными свойствами поверхности жидких капель, что связано с наличием на поверхности раздела электрического слоя, препятствующего проникновению внутрь капли положительных ионов. Возможность образования электрически заряженных водосодержащих атмосферных аэрозольных частиц дополнительно подтверждает высказанные в работе [5] представления о положительном влиянии ионизации на процесс интенсификации осадкообразования.

Проанализируем возможности существующих методов ионизации для решения поставленной в работе задачи. Ионизаторы работают или при высоком напряжении ($\sim 10^3 \text{ В}$) в режиме коронного разряда, или от источников электромагнитного излучения различной интенсивности. Ионизаторы на коронном разряде оснащены заострёнными электродами, которые посредством коронного разряда и электростатической эмиссии образуют ионы в непосредственной близости от электродов. Время существования ионов в атмосфере зависит от их энергии диссоциации, подвижности, заряда и др. и составляет порядка $10^{-3} - 10 \text{ с}$. Следовательно, перемещение ионов с таким временем жизни на высоты активного осадкообразования (1-5 км) невозможно.

Метод ионизации газов с использованием электромагнитного излучения основан на принципе разрушения молекул среды фотонами с высокими уровнями энергии и подразделяется на два подкласса в зависимости от интенсивности излучения – ионизацию при ультрафиолетовом излучении и - радиационном излучении. Метод ионизации на основе электромагнитного излучения позволяет ионизировать газы на значительном удалении от источника электромагнитных волн, что позволяет использовать данный метод для решения поставленной проблемы.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о перспективности использования для интенсификации процессов осадкообразования в зоне пожара метода ионизации газов электромагнитным излучением СВЧ диапазона. Излучение данного диапазона ($\lambda = 10^{-2} \text{ м}$) оказывает слабое воздействие на экологическое состояние окружающей среды, имеет невысокий коэффициент ослабления ($\sim 26\%$), а также в настоящее время разработаны эффективные технические средства генерации СВЧ излучения.

Использование СВЧ излучения для ионизации газов было предложено ещё в работе [7], однако активная разработка возможностей практического использования этого вида излучения только начинается [8, 9].

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ КЛАССА «В»

**Киреев А.А., к.х.н., доцент,
Купка В.Ю., Жерноклёв К.В. к.х.н.,
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков**

Водопенные огнетушащие средства нашли широкое применение в практике пожаротушения. В большинстве развитых стран использование пен при тушении пожаров составляет 5-10 % [1] от общего случая тушения пожаров. При тушении резервуаров с горючими жидкостями пены являются основным огнетушащим средством. Доминирующим механизмом огнетушащего действия пен является изоляция горючего вещества от зоны горения. По этому показателю пены превосходят другие традиционные средства пожаротушения.

Существенным недостатком существующих водопенных огнетушащих средств является низкая устойчивость таких пен. Так известно, что пены быстро разрушаются под действием теплового излучения от факела пламени и при контакте с нагретыми элементами конструкции резервуаров, в которых хранятся горючие жидкости. Другим существенным недостатком пен является их невысокая изолирующая способность. Так при тушении легковоспламеняющихся жидкостей для обеспечения надежной изоляции необходимо обеспечить нанесение по всей поверхности горящей жидкости пены толщиной $\sim(5-10)$ см.

Частично проблему малой устойчивости воздушно-механичной пены и её невысоких изолирующих свойств решает применение низкократных пен на основе пленкообразующих пенообразователей [1]. При использовании таких пенообразователей тушение происходит в основном за счет изоляции поверхности горючей жидкости пленкой водного раствора плёнкообразующего пенообразователя. Такая пленка, несмотря на большую плотность, чем у горючей жидкости за счёт поверхностных эффектов приобретает способность удерживаться на поверхности жидкости.

К недостаткам пленкообразующих пенообразователей относится их высокая стоимость и токсичность продуктов термодеструкции. В целом можно заключить, что применение плёнкообразующих пенообразователей позволило повысить эффективность пожаротушения горючих жидкостей. Однако опыт практического тушения пожаров класса В показывает, что в значительном числе случаев применение таких пенообразователей не в полной мере отвечает предъявляемым требованиям.

Большой части этих недостатков лишены гелеобразующие огнетушащие составы (ГОС) [2]. Гелеобразные слои, образующиеся на поверхности горючего материала, обладают высокой изолирующей

способностью и устойчивостью к действию тепловых воздействий. Однако при подаче компонентов ГОС на поверхность жидкостей большая часть геля быстро тонет в большинстве горючих жидкостей.

Ранее были предприняты попытки совместить процесс гелеобразования и пенообразования путём использования пенообразующих систем с внешним пенообразованием (ПОС) [3-4]. Таким способом удалось уменьшить долю тонущего геля. При большой интенсивности подачи компонентов огнетушащей системы удавалось получить слой геля на всей поверхности бензина. Задачей работы является исследование условий обеспечения устойчивости гелеобразного слоя при нанесении его на поверхность пены, поданной на поверхность горючей жидкости. В качестве горючей жидкости был использован бензин А-76.

Для проведения экспериментальных исследований была разработана и изготовлена лабораторная установка для генерирования пены сеточного типа. В качестве модельного очага была использована цилиндрическая ёмкость диаметром 28 см и высотой 23 см (модельный очаг 2В). Сначала в ёмкость наливалась 4 л воды, а сверху наливался 2 литра бензина А-76.

Затем из пеногенератора на поверхность бензина наносился слой пены разной толщины. В качестве пенообразователя использовался пенообразователь – ТЭАС. Пеногенератор обеспечивал получение пены средней кратности ($K_{\text{п}} \approx 40$). После этого через 1 минуту на поверхность пены подавались следующие компоненты ГОС. При этом опыты были проведены для четырёх гелеобразующих систем $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2(5\%) + \text{CaCl}_2(5\%)$, $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2(5\%) + \text{MgCl}_2(5\%)$, $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2(5\%) + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(5\%)$, $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2(15\%) + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4(15\%)$. Эти ГОС ранее показали наилучшие огнетушащие и огнезащитные свойства [5-6]. Толщина слоя геля варьировалась в пределах (1,5 – 5) см

После образования сплошного слоя геля на поверхности пены визуально определялось время разрушения сплошного слоя геля. Максимальное время наблюдения составляло 15 минут. Для каждого случая проводились три опыта. Средние значения времен разрушения приведены в таблице.

Визуальные наблюдения процесса нанесения слоя геля поверх слоя пены позволяют сделать ряд выводов. При нанесении геля поверх слоя пены её верхний слой пены частично разрушается. При толщине слоя пены менее 1,5 см часть слоя геля тонет в течение нескольких секунд. При толщине слоя пены не менее 2 см наблюдается устойчивое удержание слоя геля на поверхности пены в течение времени более 10 минут. При толщине слоя геля менее 2 мм наблюдается проскок воздуха через небольшие дефекты в слое геля. В этих местах гель постепенно тонет. В случае если толщина слоя пены превышает 2 см, а слоя геля 2 мм, гель удерживается на поверхности жидкости более 15 минут.

Зависимость времени разрушения слоя геля (τ) нанесённого на поверхность пены высотой ($l_{\text{пены}}$) от толщины слоя геля ($l_{\text{геля}}$)

$l_{\text{пены}}, \text{ см}$	$\tau, \text{ мин}$			
	$l_{\text{геля}}, \text{ мм}$			
	1	2	3	4
1,5	3	11	12	10
2	3	14	>15	>15
3	4	13	>15	>15
4	4	15	>15	>15
5	4	14	>15	>15

Список литературы

1. Шараварников А.С. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. / А.С. Шараварников, В.П. Молчанов, С.С. Воевода, С.А. Шараварников. – М.: Калан, 2002.– 448 с.
2. Пат. 2264242 Российская Федерация, МПК⁷ А 62 С 5 / 033. Способ тушения пожара и состав для его осуществления / Борисов П.Ф., Росоха В.Е., Абрамов Ю.А., Киреев А.А., Бабенко А.В.; заявитель и патентообладатель Академия пожарной безопасности Украины. – №2003237256 / 12; заявл. 23.12.2003; опубл. 20.11.10.2005, Бюл. №32.
3. Киреев А.А. Пути повышения эффективности пенного пожаротушения / Киреев А.А., Коленов А.Н. // Проблемы пожарной безопасности.– 2008.– вып.24.– С.50-53.
4. Киреев А.А. Исследование пенообразования в пенообразующих системах. / Киреев А.А., Коленов А.Н. // Проблемы пожарной безопасности.– 2009.– вып.25.– С.59-64.
5. Кіреєв О.О. Вогнезахисні властивості силікатних гелеутворюючих систем / Кіреєв О.О. // Науковий вісник будівництва. – 2006. – Вып. 37. – С. 188-192.
6. Киреев А.А. Исследование огнетушащего действия гелеобразующих огнетушащих составов / А.А. Киреев, С.Н. Бондаренко // Проблемы пожарной безопасности. – 2008. – Вып. 24. – С. 44-49.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТОГО ПЛАМЕНИ НА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА

Кривцова В.И., д.т.н., проф., Ю.П. Ключка, к.т.н.,
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Одним из способов хранения водорода в автомобиле является хранение в связанном состоянии, в частности, в форме гидридов интерметаллидов [1, 2]. Одной из проблем использования этих систем является их пожаровзрывоопасность, обусловленная свойствами водорода и самой системой хранения.

В связи с этим, определение изменения характеристик металлгидридного патрона с водородом и времени до его разрушения под воздействием внешнего источника тепла, является актуальной задачей.

В работах [2, 3] приведены характеристики металлгидридных систем, динамика выделения водорода из гидрида, а также ряд их теплофизических характеристик. Однако, на сегодняшний день, отсутствуют результаты испытаний гидридных систем в случае воздействия на них тепловых потоков, например, при пожаре.

В работе [4] были получены теоретические оценки времени до разрушения насыщенных гидридных систем с водородом под воздействием повышенной внешней температуры, а также получены дискретные модели зависимости давления в системе под воздействием температуры окружающей среды, характера ее изменения, а также степени насыщения гидрида водородом.

Целью данной работы является получение экспериментальным путем зависимостей давления водорода в патроне с металлгидридом (рис. 1), в частности, с LaNi_5H_x , при воздействии на него открытого пламени и их сравнение с теоретическими значениями, полученными в работе [4].



Рис. 1. Фото гидридного патрона

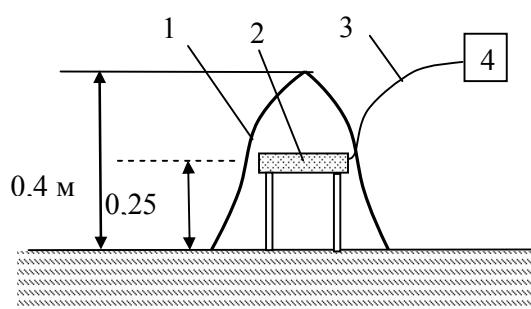


Рис. 2. Схема экспериментальной площадки: 1 – пламя костра; 2 – гидридный патрон; 3 – магистральная линия; 4 – манометр МТП-160

Эксперимент (рис. 2) проводился при температурах и временных диапазонах, характерных для пожара [5]. Давление в патроне измерялось с

помощью манометра МТП-160, рассчитанного на максимальное давление 400 атм. с классом точности 1,5.

На рис. 3 приведены полученные результаты изменения давления в патроне по времени, а на рис. 4 приведены зависимости относительной погрешности определения давления от времени.

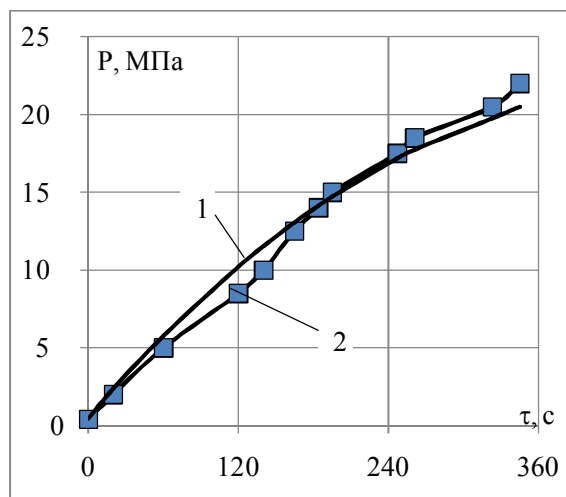


Рис. 3. Зависимость давления водорода в патроне при его нагревании: 1 – расчетное значение давления в соответствии с [4]; 2 – экспериментальные значения давления в патроне

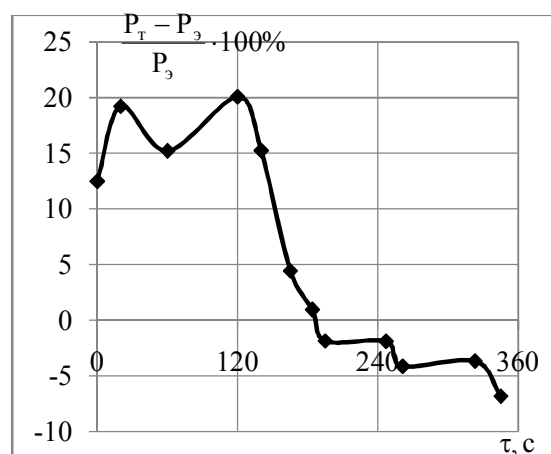


Рис. 4. Относительная погрешность расчетных значений давления водорода в патроне от времени

Из рисунка следует, что по истечению 190 секунд расчетные значения давления становятся немного меньше, чем экспериментальные. Это можно объяснить погрешностью давления, погрешностью определения насыщенности гидрида на начальном этапе, а также колебанием значения температуры в костре.

Из рисунка 4 следует, что максимальное значение относительной погрешности составляет 20%. Среднее значение относительной погрешности составляет около 7%, что позволяет говорить об адекватности модели, полученной в работе [4].

На рис. 5 приведено фото взорвавшегося гидридного патрона в результате эксперимента.



Рис. 5. Фото взрыва и гидридного патрона после взрыва

В ходе эксперимента гидридный патрон взорвался при значениях $P=22$ МПа, что говорит о некотором рассогласовании экспериментальных данных и теоретических. Ожидаемое расчетное давление, при котором разрушится гидридный патрон составляло $P=19$ МПа. Разницу экспериментального и теоретического давления разрушения можно объяснить погрешностью определения насыщенности гидрида на начальном этапе, а также колебанием значения температуры в костре.

Выводы. Экспериментальным путем получены зависимости давления водорода в патроне с гидридом LaNi_5H_x при воздействии на него открытого пламени. Полученные экспериментальные значения позволили сделать вывод об адекватности теоретической модели, приведенной в [4]. Показано, что погрешность расчетных значений в соответствии с [4] составляет в среднем 7%.

Список литературы

1. Ключка Ю.П. Особенности использования водорода на автомобильном транспорте / В.И. Кривцова, Ю.П. Ключка // Проблемы пожарной безопасности. – 2009. – № 26. – С. 49–61.
2. Мищенко А.И. Применение водорода для автомобильных двигателей. Киев: Наукова Думка, 1984. – 281 с.
3. Кривцова В.И. Теоретические и экспериментальные пути создания систем хранения и подачи водорода на основе твердых веществ для двигательных и энергетических установок летательных аппаратов: Дис... д-ра техн. наук: 05.07.05 / НАН Украины; Институт проблем машиностроения им. А.Н.Подгорного. - Х., 2001. - 420 с.
4. Ключка Ю.П. Определение времени разрушения гидридного патрона, обусловленного изменением температурных параметров окружающей среды / Ю.П. Ключка // Науковий вісник будівництва. – 2011. – № 68. – С. 77–80.
5. Клаус Д.П. Роль естественно-научной криминалистики / Клаус Дитер Польш. — Москва, 1985. — 311 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ

**Ковалев П.А., к.т.н., доцент,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

По результатам пожарно-тактических учений на станциях метро глубокого залегания в г. Харьков разработаны рекомендации, реализация которых должна повысить эффективность аварийно-спасательных работ в случае пожара в метрополитене. В основе методики обоснования предложений лежало хронометрирование времени выполнения отдельных операций боевой работы и оценка легочной вентиляции у личного состава на соответствующих этапах.

Проведенные учения подтвердили, что основная роль в организации спасательных работ остается за пожарной охраной. Однако высокий уровень оснащенности соответствующим пожарно-техническим оснащением и наличие навыков у персонала метрополитена реально экономит время аварийно-спасательных работ. Обращено внимание на необходимость повышения эффективности взаимодействия всех городских служб. По результатам учения поставлен вопрос о целесообразности разрешения работы эскалатора в том случае, когда имеет место пожар на подвижном составе, и наоборот, возможности эвакуации людей с его помощью в случае пожара на станции (в том числе возгорания оборудования эскалатора).

Сравнение наименьшей легочной вентиляции ($\omega_{л\text{спуск min}} \approx 70,3 \text{ л/мин}$), которая была в процессе спуска, с максимальной ($\omega_{л\text{спуск max}} \approx 134,4 \text{ л/мин}$), которая была при подъеме “пострадавшего” без сознания по неподвижному эскалатору, подтвердило целесообразность подхода, используемого при работе газодымозащитников в регенеративных дыхательных аппаратах в метрополитене, когда рекомендуется создавать двойной запас кислорода. Полученные экспериментальные результаты показывают, что и в аппаратах на сжатом воздухе для возвращения необходимо создавать двойной запас воздуха.

Анализ экспериментальных результатов показал, что, с одной стороны, время работы в АСВ-2М (аппараты, которыми оснащено большинство частей гарнизона; ставятся на дежурство при давлении 18 МПа) в случае пожара в метро может продолжаться не более 12 минут, т.е. движение к месту пожара должно быть порядка 4 минут. Однако первого “пострадавшего” испытуемые взяли на руки только через 4 минуты 10 секунд после начала движения от поста безопасности. В связи с этим рекомендовано пожарные части, которые первыми прибывают в случае пожара на станциях метро глубокого залегания, укомплектовать аппаратами Дрегер Р-92 или АИР-317, имеющими соответственно восьми- и

семилитровые воздушные баллоны и содержащие воздух в них под давлением до 30 МПа.

Отмечено, что специализированные подразделения для тушения затяжных пожаров, проведения продолжительных поисковых и спасательных работ в непригодной для дыхания среде должны иметь на вооружении регенеративные дыхательные аппараты. Учитывая незначительную разницу в массе таких аппаратов при существенном отличии во времени защитного действия, можно рекомендовать выбор последних с временем защитного действия не менее четырех часов.

Поскольку в ходе учений дежурный персонал станции непосредственно занимался эвакуацией пассажиров в течение первых двадцати минут, то, учитывая возможность увеличения продолжительности этого времени в реальных условиях, сотрудников метрополитена (как персонал станций, так машинистов в составе) целесообразно оснастить индивидуальными аппаратами на химически связанном кислороде с временем защитного действия не менее 40 минут. Для эвакуации, при необходимости, отдельных пассажиров можно использовать аналогичные аппараты с временем защитного действия порядка 20 минут.

Выделены основные качества, на которые необходимо обратить первоочередное внимание. Это обучение газодымозащитников правильному (глубокому и ровному) дыханию, тренировке специальной выносливости и способности ориентироваться в замкнутом пространстве, слаженности звена, совершенствованию способности выполнять работу в экстремальных условиях и др.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ В РЕЗЕРВУАРАХ

Коленов А.Н.

**Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Водопенные огнетушащие средства нашли широкое применение в практике пожаротушения. По частоте использования они уступают лишь жидкостным огнетушащим веществам. В большинстве развитых стран использование пен при тушении пожаров составляет 5-10 % [1] от общего случая тушения пожаров. При тушении резервуаров с горючими жидкостями пены являются основным огнетушащим средством. Отличительной особенностью пен является их высокое изолирующее действие. По этому показателю пены значительно все другие традиционные средства пожаротушения.

Пены используются для тушения твердых горючих материалов (пожары класса А) и жидких горючих материалов (пожары класса В). Также пены используются при тушении пожаров в которых основными составляющими пожарной нагрузки являются твердые и жидкие горючие материалы. Коэффициент использования водопенных составов является

высоким при тушении горизонтальных участков поверхностей горючих материалов и низким при тушении вертикальных и наклонных поверхностей.

Одним из существенных недостатков пен являются проблемы с их подачей на большие расстояния.

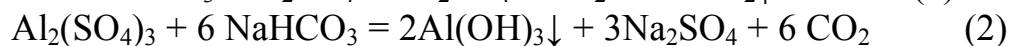
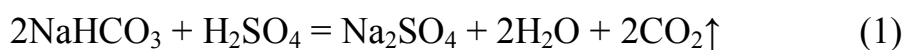
Частично проблему подачи пен на большие расстояния решает применение жидких составов вспенивающихся в очаге пожара [2]. Они представляют собой эмульсию легкокипящей жидкости в водном растворе пенообразователя. При попадании на нагретые поверхности в очаге пожара легкокипящая жидкость переходит в газообразное состояние. За счет присутствия пенообразователя огнетушащем растворе происходит образование пены, которая растекается. Такие пены при наличии в материале отверстий и щелей способны проникать внутрь конструкции.

Недостатком вспенивающихся в очаге пожара составов является то, что они вспениваются только на нагретых поверхностях. В случае попадания на недостаточно нагретые вертикальные и наклонные поверхности жидкий состав стекает с них, что приводит к потере огнетушащего вещества.

При тушении легкокипящих горючих жидкостей из-за низкой температуры поверхности таких горящих жидкостей рассматриваемые огнетушащие составы также не образуют пену.

Для устранения отмеченных недостатков вспенивающихся в очаге пожара огнетушащих жидкостей необходимо чтобы они вспенивались в месте попадания на поверхность независимо от ее температуры. Эту проблему можно решить используя бинарные гонетушащие средства, которые должны включать две отдельно хранящихся и отдельно подающихся жидкости. При попадании на твердые и жидкие поверхности они будут смешиваться. Состав растворов должен быть подобран так, чтобы при их взаимодействии выделялся газ. В случае наличия в жидкостях пенообразователя в таком случае образуется пена.

В качестве газообразующей реакции можно использовать реакцию между кислотным и щелочным компонентами, ранее применявшуюся в химически-пенных огнетушителях. В них используются в качестве щелочной части раствор гидрокарбоната натрия (NaHCO_3) и пенообразователя. В качестве кислотной части обычно использовали растворы сильногидролизующихся солей ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)$ или $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Для ускорения реакции между двумя растворами в раствор кислотной части добавляли серную кислоту. При смешивании кислотной и основной части раствора происходят реакции с выделением углекислого газа:



Одновременно образуется гидроксид алюминия, который стабилизирует пену.

Кинетика этой реакции хорошо исследована, поэтому для создания устройства для тушения такими составами необходимо подобрав современный пенообразователь и разработав схему раздельной подачи кислотного и основного растворов.

Если выбор щелочной части пенообразующих растворов можно ограничить карбонатами и гидрокарбонатами натрия и калия, то выбор кислотной части дает дополнительные возможности повышения огнетушащей способности таких средств пожаротушения.

Так целесообразно ввести в состав огнетушащего раствора веществ повышающих охлаждающее действие и ингибиторов горения. В качестве таких веществ можно использовать дигидрофосфат аммония ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) и сульфат аммония. Предварительные опыты показали, что эти вещества способны вытеснять углекислый газ из NaHCO_3 . Такая реакция, протекающая в присутствии пенообразователя, вызывает образование пены. В случае $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ процесс пенообразования протекает быстро, а в случае $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ медленно. На твердых поверхностях в результате одновременного набрызга щелочного раствора (NaHCO_3) и кислотного раствора ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ или $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) образуется слой мелкодисперсной пены, которая при отсутствии внешнего воздействия сохраняется более 10 минут. Необходимо отметить, что такая пена удерживается и на вертикальных поверхностях, если толщина ее слоя не превышает 3 см.

Также были проведены опыты по набрызгу бинарных составов с внешним пенообразованием на поверхность горючих жидкостей (бензин А-76). Установлено, что при подаче двух растворов в распыленном виде значительная часть растворов не тонет, а реагирует на поверхности жидкости. При этом можно организовать подачу растворов так, что на поверхности бензина образуется сплошной слой пены. Также как и в случае набрызга на твердые поверхности образуется стабильная мелкодисперсная пена.

Для расширения возможностей пенного пожаротушения предложено использовать бинарные составы с внешним пенообразованием. Предложены качественные составы кислотной и щелочной составляющих таких огнетушащих средств. Установлено, что предложенные бинарные составы способны образовывать устойчивые слои пены на твердых жидких поверхностях.

Список литературы

1. Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами Москва "Недра" 1984.
2. Шариков А.В. Современные системы и технологии.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РАЗБИЕНИЮ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ НА ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ОТСЕКИ

Комяк В.В.

**Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

В настоящее время количество зданий повышенной этажности и высотных зданий увеличивается из года в год. Они становятся “визитными карточками” экономически развитых государств и представляют собой объединение удачных архитектурных решений и современных систем жизнеобеспечения граждан. В зданиях повышенной этажности комплексно размещаются и бизнес-центры, и супермаркеты со складами продукции, и жилищные помещения, и стоянки автомобилей.

Проблема безопасности жизнедеятельности людей в высотных зданиях на сегодняшний день не решена. При пожарах люди остаются отрезанными от путей эвакуации, источников электроэнергии, лифтов, более того пожарная техника оборудована неэффективно с точки зрения проведения спасательных работ на этажах, выше 14-16 –ого.

В случае, когда пути к лестничным клеткам перекрыты, а лифты отключены, возможна эвакуация людей путем их выхода на лоджии для последующего перехода (если это возможно) в другой подъезд; либо для спуска с помощью стационарных спасательных средств индивидуального или коллективного использования на противопожарные карнизы, которые расположены по периметру здания на границе каждого из противопожарных отсеков и которые разбивают здание по высоте на отдельные противопожарные зоны. Спуск людей на граничные этажи противопожарных отсеков позволит им укрыться на этаже в специально оборудованном убежище отсека, либо с помощью пожарных осуществить окончательную эвакуацию с противопожарных карнизов. Каждый противопожарный отсек здания отделяется от другого отсека техническим этажом (с перекрытием REI 90) или противопожарным перекрытием REI 180. Межсекционные стенки убежищ имеют огнестойкость REI 150. Карнизы, что выступают на 0,75 м, выполнены с негорючего материала с пределом огнестойкости E15. Заметим, что огнестойкость перекрытий отсеков, карнизов и межсекционных стенок определяют допустимое время аварийной эвакуации из отсеков.

Для защиты высотных зданий используются следующие средства: индивидуальные средства однократного использования (веревочные, тросовые устройства, парашюты); индивидуальные средства многократного использования (веревочные, тросовые устройства); коллективные средства непрерывного действия многократного использования (эластичные рукава и т.д.); коллективные средства дискретного действия многократного использования (навесные лифты и другие специальные конструкции). Пусть количество средств защиты насчитывает l видов (типов).

Рассмотрим высотное здание, его можно представить в виде прямоугольного параллелепипеда S_0 . Рассматриваемое здание заполнено людьми, количество которых различно на этажах, в зависимости от его функционального назначения. Другими словами, область S_0 является неоднородной с точки зрения рассматриваемой характеристики. К местоположению вышеперечисленных средств защиты выдвигается ряд ограничений, которые определяют дискретную область допустимых размещений $D\{(x_c^i, y_c^i, z_c^i)\}, c=1,2,\dots,C_i, i=1,2,\dots,l$, где C_i -количество возможных мест размещения для i -того средства

Возникает следующая задача. Необходимо разбить неоднородную область S_0 по высоте резами на минимальное количество n подобластей (противопожарных отсеков), т.е. $S_j, j=1,2,\dots,n, | S_i \cap S_j = \emptyset; i > j = 1,2,\dots,n$;

$(R^3 \setminus S_0) \cap S_i = \emptyset, i=1,2,\dots,n$; $S_0 = \bigcup_{j=1}^n S_j, S_j = \bigcup_{k=1}^{n_j} S_j^k$, где $S_j^1, S_j^2, \dots, S_j^{n_j}$ соответственно

первой, второй, ..., n_j - ряды (этажи) j - того отсека, определить

соответствующий разбиению набор средств защиты $T_m, m=1,2,\dots, \sum_{i=1}^l n_i$ (n_i -

количество i - того средства защиты) и места размещения $\sum_i (x_m^i, y_m^i, z_m^i), m=1,2,\dots, M_i \in \{(x_c^i, y_c^i, z_c^i)\}, c=1,2,\dots,C_i$, чтобы максимальное время

аварийной эвакуации людей из каждого этажа на крайние этажи соответствующих отсеков не превышало допустимого времени.

Рассмотрим особенности рассматриваемой задачи.

Количество средств защиты $K = \bigcup_m T_m$ могут быть определены

$$N = \sum_{i=1}^l C_i^i \sum_k \left\lfloor \frac{N_k}{k_1} \right\rfloor \sum_k \left\lfloor \frac{N_k}{k_2} \right\rfloor \dots \sum_k \left\lfloor \frac{N_k}{k_l} \right\rfloor \quad (1)$$

способами, где N_k, k_l - соответственно количество людей на k - том этаже и вместимость l -того средства. Таким образом, выбор оптимального решения осуществляется на комбинаторном множестве сочетания кортежей мощностью (1). Для каждого из N вариантов необходимо K средств

разместить на $C = \sum_{i=1}^l C_i$ фиксированных мест. Для перебора точек

комбинаторного множества используется метод сужающихся окрестностей [1]. Функционал (время спуска) в работе определяется алгоритмически с использованием данных [2].

Рассмотрим основные этапы алгоритма разбиения здания по высоте на противопожарные отсеки.

1. Для каждого k -того этажа, основание которого находится на высоте h_k определяется высота Δh_k спуска за допустимое время всех людей с помощью средств эвакуации, размещенных на этаже [2]. Пусть S_k -

параллелепипед высотой Δh_k , верхним основанием которого является рассматриваемый этаж.

2. Осуществляется последовательно-одиночное формирование отсеков. Первым формируется отсек, который определяется следующим образом:

$$S_j = \bigcap_k S_k, \forall k, h_k - \Delta h_k \leq h_{min},$$

где h_{min} - высота, на которой находится основание нижнего отсека.

3. Осуществляется формирование следующего отсека ($j := j + 1$), при этом за h_{min} принимается высота, на которой находится верхнее основание предыдущего отсека и т.д.

В качестве примера рассмотрено разбиение резами по высоте на противопожарные отсеки высотной башни “Исеть”, расположенной в Екатеринбурге. Высота башни 200м и содержит 50 этажей с разным количеством людей в них: на 1-ом этаже – 64 человек, на 2-ом – 100 чел, на 3-ем – нет людей, на 4-ом – 89чел, на 5-ом – 95чел, 6-ом - 20чел, с 7-ого до 17-того – 132 чел, на 18 –м – 8 чел, с 19-ого по 30-ый – 144 чел, на 31-ом – 20 чел, с 32-ого до 39-ого – 96 чел, на 40-ом -10 чел, с 41-ого до 47-ого – 63 чел, на 48-ом – 9 чел, на 49-м – 6 чел, на 50-ом - 44 человека. Рассматривалось допустимое время спуска в каждом отсеке 10 мин. В качестве средства эвакуации выбрано одно тросовое средство “Карусель” многоразового использования. В результате вычислений по изложенному выше алгоритму, получено разбиение здания на три отсека: первый в 14 этажей, начиная с 17-ого по 30-ый этажи; второй в 17 этажей, начиная с 31-го по 47-ой этажи; третий в 3 этажа, начиная с 48-ого по 50-ый этажи. Заметим, что люди до 16-ого этажа обслуживаются пожарными подразделениями с автолестниц и автоподъемников.

Список литературы

1. Стоян Ю.Г. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / Ю.Г. Стоян, С.В. Яковлев. – К.: Наук. думка, 1986. – 268 с.
2. Васильченко А.В., Стець Н.Н. Расчет фактического времени спасения людей из высотных зданий с помощью технических средств / А.В. Васильченко, Н.Н. Стець // Проблемы пожарной безопасности: Сб.научн.тр.-Вып25.-Харьков: УГЗУ, 2009. -С.34-37.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ПРИ ПРЕДОТВРАЩЕНИИ И ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

**Кректунов А.А. преподаватель,
Гайнуллина Е.В. доцент, к.т.н., доцент
Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург**

Одна из серьезнейших проблем при борьбе с лесными пожарами, напрямую затрагивающая не только вопросы охраны лесных ресурсов, но и обеспечение безопасности людей – это организация противопожарной защиты населенных пунктов, подверженных угрозе уничтожения при переходе огня из леса на постройки.

По данным Рослесхоза, в 2011 году площадь лесных пожаров составила 1636203 га. По сравнению с аналогичными показателями 2010 года площадь, пройденная огнем, сократилась на 470 тысяч га, количество лесных пожаров снизилось в 1,6 раза, а площадь, пройденная верховыми пожарами - в 4,5 раза. По словам главы лесного ведомства Виктора Маслякова, ущерб, нанесенный лесными пожарами, составил в 2011 более 20 млрд. рублей, что почти в 6 раз ниже аналогичного показателя за прошлый год. Наибольшее количество лесных пожаров зафиксировано в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. 90 % площадей, пройденных огнем, пришлось на 11 субъектов РФ. К ним относятся Республика Саха (Якутия), Бурятия, Коми; Забайкальский, Красноярский, Хабаровский края; Амурская, Архангельская, Иркутская, Свердловская области и ХМАО [1-3]. В зоне активной охраны лесов ежегодно регистрируется от 10 до 30 тысяч лесных пожаров, охватывающих площадь от 0,5 до 2,1 млн. га. Число пожаров, приходящихся на 1 млн. га лесного фонда России, в несколько раз меньше, а средняя площадь одного пожара в несколько раз больше, чем в Европе и Северной Америке.

Как показывают наблюдения [3-4], основные организационные причины способствующие распространению лесных пожаров, это: несвоевременное обнаружение пожаров (20% пожаров обнаруживают в конце дня или на следующий день); несвоевременное начало тушения (к тушению 15% пожаров приступают в конце дня или на следующий день); недостаточное количество сил и средств, направляемых на тушение; непрофессиональное руководство организацией тушения. В связи с этим, необходимы жесткие централизованные действия со стороны органов управления лесным хозяйством по контролю за профилактикой пожаров и соблюдением правил пожарной безопасности в лесах, отслеживанию пожарной обстановки, оперативной оценке ситуации и координации работ разных ведомств по тушению лесных пожаров.

Характерными особенностями пространственно-временной структуры горимости лесов, имеющими принципиальное значение для организации их охраны и противопожарной защиты населенных пунктов является резкое

варьирование числа и площади лесных пожаров по регионам страны и периодам пожароопасных сезонов. От 50 до 90% ежегодно охватываемой огнем площади лесов приходится на 3-4 региона страны с экстремальными погодными условиями. Площадь зон чрезвычайной горимости, где значительная часть пожаров выходит из-под контроля системы охраны и принимает характер стихийного бедствия, составляет ежегодно всего несколько процентов территории лесного фонда. Более того, до 95% всей охватываемой огнем площади приходится на крупные лесные пожары, число которых не превышает 5% от общего количества загораний в лесах [1, 2].

При ежегодной площади сплошных рубок от 1,5 до 2,0 млн. га и одинаковых темпах лесообразовательных процессов на гарях и вырубках, ежегодные площади погибающих от огня древостоев должны составлять 3,0-4,0 млн. га. С учетом проводимых на вырубках лесокультурных работ и мероприятий по содействию естественному возобновлению, а также наличия значительных площадей гарей в северных районах страны с худшими условиями лесовосстановления, фактические темпы лесообразовательных процессов на них могут быть в 2-3 раза ниже, чем на вырубках. Даже в этом случае ежегодные площади погибающих от огня древостоев должны составлять не менее 1,0 млн. га [2].

Пожарная безопасность населенных пунктов может быть обеспечена организационными мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Активная пожарная защита - это меры, обеспечивающие успешную борьбу с пожароопасной ситуацией. Основными мерами активной защиты населенных пунктов от лесных пожаров в настоящее время являются организация различных противопожарных барьеров и прокладка минерализованных полос. Однако крупный лесной пожар легко может преодолеть минерализованную полосу шириной до 12 бульдозерных лопат [4]. Высаживание защитных лиственных и хвойных полос также не способно эффективно защитить населенные пункты от продолжительных природных пожаров, поскольку торфяные и устойчивые низовые пожары нередко сопровождаются ветровалами, особенно в древостоях с поверхностной корневой системой. Образовавшиеся в результате вывала деревьев прогалины открывают доступ ветру внутрь насаждений и способствуют быстрому распространению огня.

Максимальный эффект защиты достигается созданием комплексных барьеров - противопожарных заслонов, которые сочетают несколько видов частных барьеров, и предназначены для остановки всех видов лесных пожаров. Наиболее распространенными видами противопожарных заслонов являются дороги, с обеих сторон которых созданы защитные лиственные или хвойные полосы с проложенными через каждые 20-30 м параллельно дороге минерализованными полосами. На участках с наличием торфа вместо минерализованных полос прокладываются противопожарные

канавы, а вокруг населенных пунктов, расположенных вблизи хвойных насаждений, создаются защитные противопожарные барьеры. Однако создание и поддержание в «рабочем» состоянии таких комплексных барьеров требует значительных трудовых и материальных затрат, а занятая ими площадь изымается из активного использования, что не всегда целесообразно. Кроме того, предлагаемые противопожарные мероприятия чаще всего не учитывают особенностей расположения населенных пунктов относительно лесных массивов, рельеф и климатические условия местности, плотность и особенности застройки и т.д.

Статистика ЧС показывает, что в России доля природных пожаров (лесные, степные, торфяные, ландшафтные пожары, а также возможные их комбинации) и вызываемых ими чрезвычайных ситуаций составляет приблизительно 24% от общего числа ЧС [1, 3]. В силу недостаточной эффективности существующих в настоящее время мероприятий по защите населенных пунктов от лесных пожаров, даже при условии неукоснительного соблюдения требований нормативных документов в области пожарной безопасности, необходим принципиально новый комплексный подход к проектированию противопожарных барьеров, учитывающий особенности расположения каждого отдельного населённого пункта.

Список литературы

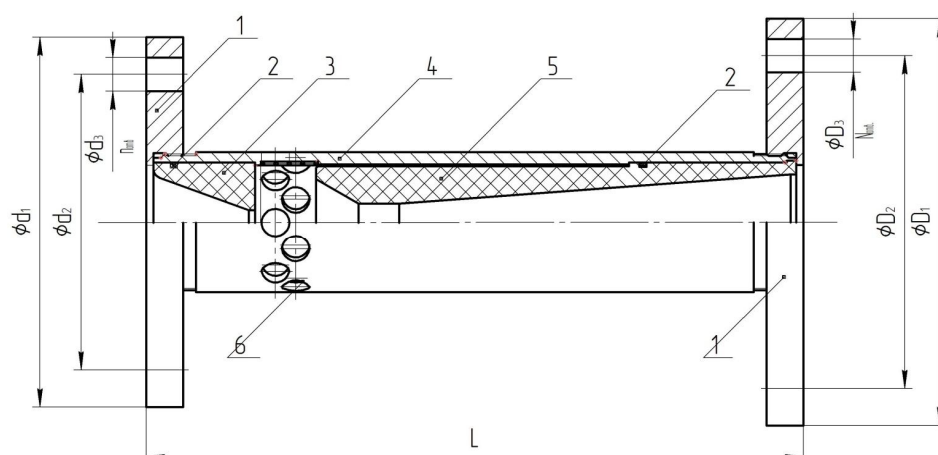
1. Подрезов Ю.В.. Технология борьбы с природными пожарами. Противопожарные и аварийно-спасательные средства. №2, 2004. С. 34-42.
2. Информационно-справочная система «Лесные пожары, средства и способы борьбы с ними». Красноярск. 2008.
3. Щетинский Е.А.. Спутник руководителя тушения лесных пожаров. АУ РА Авиалесоохрана. Москва. 2011.
4. Валендик Э.Н.. Борьба с крупными лесными пожарами. Новосибирск: Наука. Сиб. Отд., 1990. 193 с.

РАСЧЕТ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАТОРОВ ПЕНЫ НИЗКОЙ КРАТНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДСЛОЙНОГО ТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ

Кузьмицкий В.А., д.ф.-м.н.,
Пармон В.В., к.т.н. доцент,
Ляшенко Л.С., к.ф.-м.н.
Асилбейли Р.Р.,

ГУО «Командно - инженерный институт» Министерства по
чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск

В работе приведены основные характеристики разработанного генератора пены низкой кратности для подслоного тушения резервуаров «ГПВ» (ТУ ВУ 101114857.064-2008). Генератор пены «ГПВ» – это автономное устройство, вырабатывающее пену низкой кратности из водного раствора пенообразователя, путем смешивания его с атмосферным воздухом в пропорции, определяемой конструкцией устройства. Конструкция генератора и его технические характеристики приведены на рисунке 1 и в таблице 1.



1 – фланец; 2 – прокладка; 3 – конфузор; 4 – корпус; 5 – диффузор;
6 – отверстия для эжекции воздуха

Рис. 1. Схема генератора «ГПВ»

Таблица 1

Технические характеристики «ГПВ»

Наименование показателя	Значение показателя		
	ГПВ-10	ГПВ-20	ГПВ-30
Рабочее давление на входе, МПа	0,9 ± 0,1		
Производительность генератора по раствору пенообразователя, л/с, не менее	10	20	30
Кратность пены, не менее	4		
Масса генератора, г, не более	14000	25000	
Коэффициент преобразования давления,	40		

Методика расчета оптимальных параметров «ГПВ» основывалась на принципе минимизации гидравлического сопротивления при заданных рабочих параметрах, сохраняющихся при высоких противодавлениях. Сохранение заданных рабочих параметров работы «ГПВ» при высоких статических противодавлениях (с высоким коэффициентом восстановления давления) обеспечивается кавитационным режимом течения в пеногенераторе [1]. При этом определялись требуемые размеры для проектирования согласно рисунку 2.

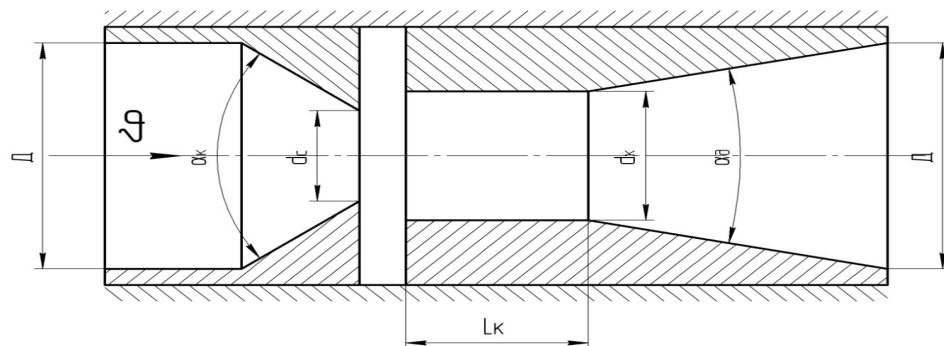


Рис. 2. Схема проточного тракта высоконапорного пеногенератора

Исходными данными принимались: расход раствора пенообразователя (Q); рабочее давление на входе в пеногенератор (P_1); противодействие на выходе из пеногенератора (P_2). Параметр, характеризуемый отношением давления на входе и на выходе «ГПВ», определялся как:

$$\beta = P_2 / P_1. \quad (1)$$

Площадь сечения на входе и выходе (для упрощения конструкции, технологии изготовления и расчетов диаметр входного и выходного сечения (D) приняты равными) определялась как:

$$S = \pi \times D^2 / 4. \quad (2)$$

Критическое число кавитации:

$$\sigma_k = 2P_1 / \rho v^2. \quad (3)$$

Степень сжатия сечения «ГПВ» определяли по формуле (первое приближение):

$$n_1 = 8 \times 10^{-2} \times (\lg \sigma_k)^{1,8(0,2 \ln \beta - 1)} / \beta^{1,2}. \quad (4)$$

Гидравлически оптимальный угол конусности диффузора при найденной степени сжатия определили по уравнению:

$$\alpha_{\text{д}}^{\text{опт}} = 0,22 \alpha_{\text{к}} \times n_1^{2,5} \times \beta^{0,4} \times \sigma_{\text{к}}^{1,4}. \quad (5)$$

Исходя из экспериментальных исследований моделей пеногенераторов угол конусности диффузора выбрали равным $8,5^\circ$. Произвели второе приближение по определению степени сжатия при принятом угле конусности диффузора по формуле:

$$n_2 = (\alpha_{\text{д}} \times n_1^{2,5} / \alpha_{\text{д}}^{\text{опт}})^{0,4}. \quad (6)$$

Диаметр сжатого (узкого) сечения конфузора:

$$d_{\text{с}} = D \times n_2^{1/2}. \quad (7)$$

Диаметр цилиндрической камеры смешения диффузора:

$$d_{\text{к}} = 1,41 \times d_{\text{с}}. \quad (8)$$

Длину камеры смешения приняли конструктивно:

$$L_{\text{к}} \approx d_{\text{с}}. \quad (9)$$

Список литературы

1. Карелин В.Я. Кавитационные явления в центробежных и осевых насосах. - М.: Машиностроение, 1975. – 336 с.

КАВИТАЦИОННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ПЕНОГЕНЕРАТОРА ПРОТОЧНОГО ТИПА СИСТЕМЫ ПОДСЛОЙНОГО ТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**Кузьмицкий В.А., д.ф.-м.н., Пармон В.В., к.т.н. доцент,
Ляшенко Л.С., к.ф.-м.н., Асилбейли Р.Р.,
ГУО “Командно - инженерный институт” Министерства по
чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск**

При разработке кавитационных высоконапорных пеногенераторов, работающих в гидравлических системах при высоких статических противодавлениях, необходимо наряду с заданными гидродинамическими параметрами течения рабочей жидкости в системе находить оптимальные геометрические характеристики кавитатора, определяющие возникновение и развитие в нем кавитационного режима [1].

Основными характеристиками, определяющими работу высоконапорных пеногенераторов, служат следующие параметры: расход жидкости – Q ; давление на входе в пеногенератор – P_1 ; противодействие на выходе из пеногенератора – P_2 ; угол конусности конфузора – $\alpha_{\text{к}}$; угол конусности диффузора – $\alpha_{\text{д}}$; площадь узкого сечения пеногенератора – $S_{\text{с}}$; площадь входного и выходного сечения, регламентируемая диаметром подводящей и отводящей гидромагистралей системы – S . Зная эти параметры, можно решить вопрос о наличии и степени развития кавитации. Как известно, кавитация будет иметь место, если выполняется следующее

неравенство $\sigma \leq \sigma_k$.

Оптимальными параметрами будут такие, которые обеспечивают возникновение кавитации в высоконапорном пеногенераторе при минимальных потерях давления, т.е.

$$\sigma = \sigma_\varepsilon \text{ или } \xi = \beta\sigma_k, \quad (1)$$

где β – параметр, зависящий от противодействия ($\beta = 1 - P_2/P_1$);

σ_k – критическое число кавитации ($\sigma_k = P_1/(\rho v/2)$).

Для нахождения искомых критических чисел кавитации используется уравнение (2).

$$\sigma_k = 4,54\sqrt{n}/m\xi^{0,4}, \quad (2)$$

где $n = S/S_c$; $m = \alpha_k/\alpha_\delta$.

Откуда получаем:

$$\sigma_k = 4,54/m \times n^{2,5} \xi^{0,4}. \quad (3)$$

Коэффициент гидродинамического сопротивления в момент возникновения кавитации принимался равным коэффициенту сопротивления в квадратичной области $\xi = \xi_{кв}$, который определялся как сумма коэффициентов гидродинамического сопротивления конфузора и диффузора [2, 3].

$$\xi_{кв} = k_{конф} (1/n^2)(1-1/\varepsilon)^2 + \sin \alpha_\delta (1-1/n)^2. \quad (4)$$

где $k_{конф}$ – эмпирический коэффициент [5];

$\varepsilon = 0,57 + 0,043/(1,1 - n)$.

Ставится задача отыскания таких значений n и α_δ при заданных параметрах течения жидкости Q , P_1 , P_2 геометрических характеристик, зависящих от параметров гидросистемы α_k и S чтобы можно было гарантировать возникновение кавитации в высоконапорном пеногенераторе.

Предлагается численное решение данной задачи. В силу уравнения (1) для выполнения неравенства $\sigma \leq \sigma_k$ нам достаточно так определить n и α_δ , чтобы:

$$\xi_{кв} = \beta\sigma_k. \quad (5)$$

Анализ формул (3) и (4) показывает, что существует такая функция $\alpha_\delta = f(n)$, $0 < n < 1$, что при любом $n \in (0,1)$ и $\alpha_\delta = f(n)$ равенство (5) будет выполнено. Подставляя в формулы (3) и (4) при каждом n вместо α_δ значение $f(n)$, мы можем построить график $\alpha_k = \varphi_n$.

Вычисления производятся по следующей схеме. Фиксируется значение угла конфузора α_k ($\alpha_k = 10^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 40^\circ$). Затем для каждого из значений $\beta = 0,1, 0,2, \dots, 0,7$ организуется цикл по n , которое изменяется от

0,01 до 0,9 с шагом 0,01. Каждый шаг этого цикла включает в себя нахождение методом половинного деления α_0 как корня уравнения (5) с точностью до 2^{-8} градусов (если на отрезке от 1° до 20° корня нет, то полагается $\alpha_0=20^\circ$) и вычисление соответствующего значения σ_k . После этого строятся графики зависимости $lg\sigma_k$ от n . Используя полученные зависимости, расчет оптимальных параметров производится следующим образом. Для заданных параметров Q, P_1, P_2, β вычисляем σ_k и $lg\sigma_k$. По построенным графикам определяем n , которое соответствует значению $\sigma_k=\sigma$.

Тогда в силу уравнений (3) и (5):

$$\alpha_0 = \alpha_k n^{2,5} \beta^{0,4} \sigma_k^{1,4} / 4,54. \quad (6)$$

Найденные параметры n и α_0 высоконапорного пеногенератора обеспечивают возникновение в нем кавитации при минимально возможных потерях давления.

При необходимости получения в пеногенераторе более развитого кавитационного режима задаем критическим числом кавитации $\sigma_k' > \sigma_k$ и по построенным графикам и формуле (6) определяем необходимые геометрические размеры высоконапорного пеногенератора. Критический параметр кавитации для пеногенератора с новыми геометрическими размерами можно определить по формуле (7).

$$K_{кр} = 1 - \xi' / \sigma_k', \quad (7)$$

где ξ' – коэффициент гидродинамического сопротивления при найденных размерах высоконапорного пеногенератора по формуле (4).

Степень развития кавитации определяется сравнением критического параметра кавитации и параметра кавитации K , определяемого по уравнению (8).

$$\left(\frac{\xi^{кав}}{\xi} \right)_{\max} = 1 / (1 - K_{кр}). \quad (8)$$

Данная методика расчета оптимальных параметров кавитационных эжекторов-смесителей работающих в кавитационном режиме, позволяет при наличии основных характеристик высоконапорного пеногенератора решить вопрос о наличии и степени развития кавитации.

Список литературы

1. Сточек Н.П., Шапиро А.С. Гидравлика жидкостных ракетных двигателей – М.: Машиностроение. 1983, 128 с.
2. Альтшуль А.Д. Примеры расчетов по гидравлике. – М.: Стройиздат, 1976. – 255 с.
3. Рабинович Е.З. Гидравлика. – М.: Недра, 1980. – 278 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОГНЕТУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА ПРИ СБРОСЕ С ПОЖАРНОГО САМОЛЕТА АН-32П

Мелешенко Р.Г.

Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков

Под коэффициентом эффективности использования ОГВ, сброшенного пожарным самолетом будем понимать отношение эффективной массы ОГВ к общей массе ОГВ:

$$K_{эф} = \frac{M_{эф}}{M}.$$

Таким образом, для расчета коэффициента эффективности использования ОГВ, сброшенного с пожарного самолета, достаточно вычислить $M_{эф}$.

В работе [1] получена модель параметров водяного пятна, образовавшегося после сброса воды пожарным самолетом Ан-32П. Указанная модель позволяет получить значения толщины водяного слоя в пределах водяного пятна и вычислить количество воды попавшей на элементарную площадку и участвующей в тушении пожара.

На рис. 1 изображена расчетная поверхность, отражающая изменение толщины водяного слоя (в миллиметрах) в пределах водяного пятна.

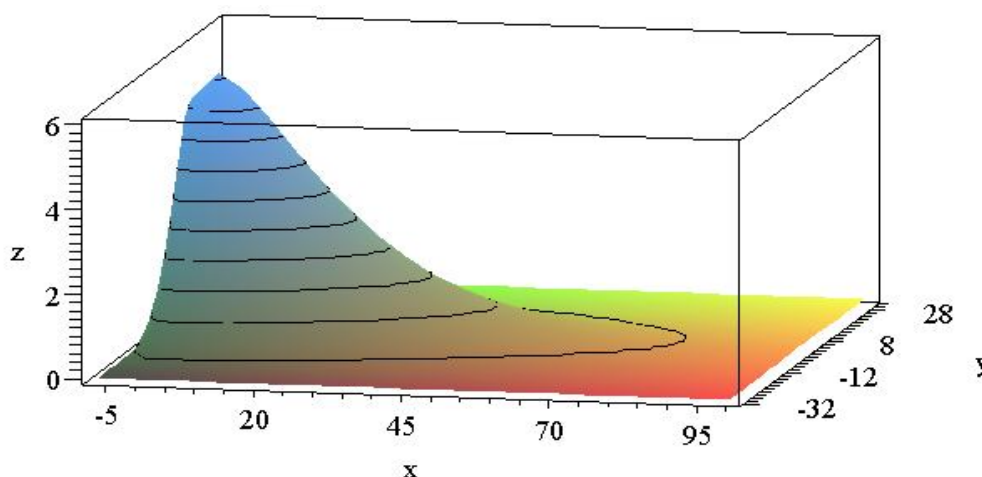


Рис. 1. Зависимость толщины водяного слоя в миллиметрах (по оси Oz) от параметров x и y .

На рис. 2 изображены линии уровня указанной выше поверхности.

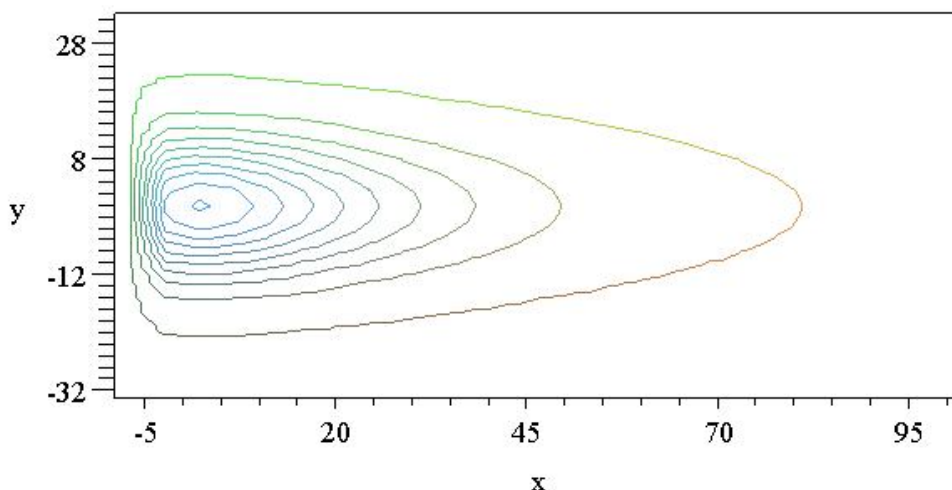


Рис. 2. Изолинии плотности наземного распределения сброшенной с самолета Ан-32П воды.

Рисунки 1 и 2 получены при моделировании сброса 8 тонн воды с высоты 40 метров самолетом Ан-32П.

Для определения необходимого количества воды для тушения пожара с определенной интенсивностью горения можно воспользоваться данными, приведенными в работе [2].

Расчет $M_{эф}$ можно осуществить следующим образом.

Сначала определяем удельную массу горючего вещества в зоне пожара \hat{m} (кг/м²). По графику на рис. 3 определяем значение интенсивности горения I (МВт/м²) для данного значения удельной массы горючего вещества.

I , МВт/м. кв.

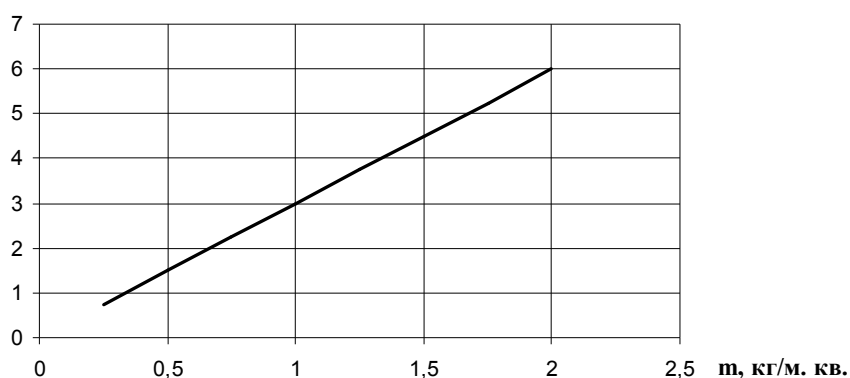


Рис. 3. График зависимости интенсивности горения I от удельной массы горючего вещества \hat{m} .

Затем по графику рис. 4 определяем необходимую толщину водяного слоя δ (мм) для тушения пожара с данной интенсивностью горения.

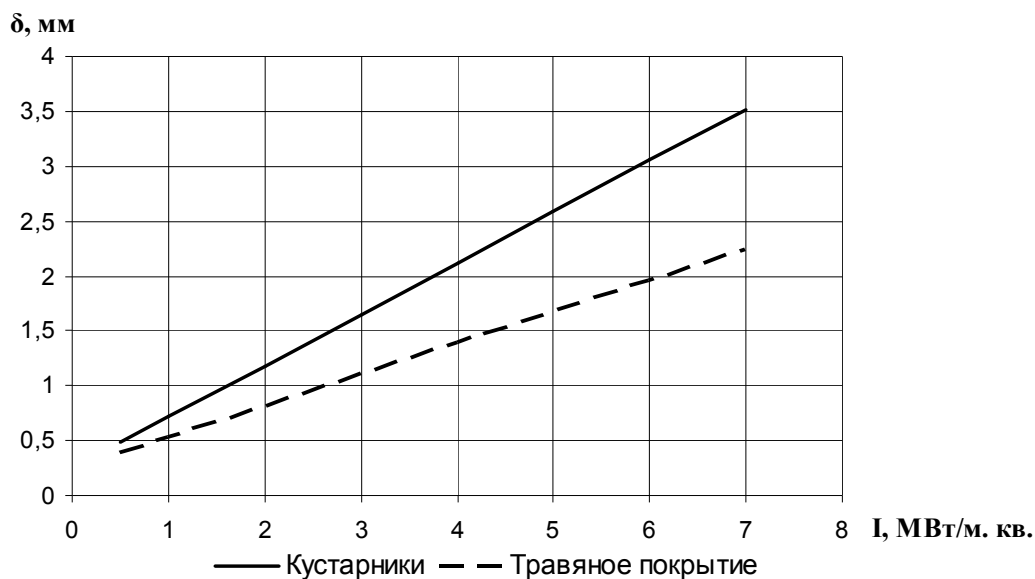


Рис. 4. График зависимости толщины необходимого слоя воды δ от интенсивности горения I и вида горючего материала.

С помощью рис. 1 определяем линию уровня, соответствующую необходимой толщине водяного слоя. Практически эту линию можно принять за биэллипс, состоящий из двух половин разных эллипсов с соответствующими полуосями.

По рис. 2 определяем размеры этого биэллипса и вычисляем площадь гарантированного тушения.

Величина $M_{эф}$, находится путем умножения найденной площади на необходимую толщину водяного слоя для тушения пожара с данной интенсивностью горения.

Таким образом, есть все необходимые данные для расчета $K_{эф}$.

Если площадь горения имеет достаточно большие размеры (больше размеров водяного пятна), то площадь гарантированного тушения определяется линией уровня.

Если площадь горения меньше размеров водяного пятна, то площадь гарантированного тушения определяется самой площадью горения.

Список литературы

1. Кириченко И.К., Мунтян В.К., Мелещенко Р.Г. Моделирование параметров сброса воды с пожарного самолета Ан-32П на основании данных полученных «sup-and-grid» методом // Проблемы пожарной безопасности. – 2010. - № 28 – С. 86-92.
2. M. Plucinski, J. Gould, G. McCarthy, J. Hollis (2007) The effectiveness and efficiency of aerial firefighting in Australia.

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ

Пономаренко Р.В.
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков

Профессиональная подготовленность газодымозащитников определяется степенью профессиональных знаний и умением выполнять оперативные действия по тушению пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций в непригодной для дыхания среде.

Сотрудники МЧС, впервые принятые на службу и допущенные врачебной комиссией к работе в СИЗОД, проходят специальное первоначальное обучение в учебных центрах, учебных заведениях МЧС, если иное не установлено действующими нормами.

Конкретный срок и содержание обучения определяются учебным, тематическим планами и программами, разрабатываемыми и утверждаемыми МЧС.

Оперативная подготовка и специальная подготовка по должности сотрудников МЧС, являющихся газодымозащитниками, проводятся соответственно в период оперативного дежурства по караулам (дежурным сменам) и на инструкторско-методических занятиях в порядке и в объеме, определяемыми программой подготовки личного состава подразделений МЧС.

В органах управления и подразделениях МЧС организуются и проводятся один раз в полугодие семинар и зачетное занятие (4 ч) со всеми газодымозащитниками в объеме материала, изучаемого в течение периода обучения. В учебном заведении и центре этот порядок определяется в пределах времени, предусмотренного для этой цели учебным планом.

Результаты приема зачетов оформляются протоколом в 3-х экземплярах: один экземпляр остается в органе управления подразделения МЧС, второй и третий направляются соответственно начальнику службы ГДЗС территориального и местного гарнизонов МЧС для обобщения и контроля.

Оценка физической работоспособности газодымозащитников проводится один раз в год (в конце учебного года).

В целях максимального использования учебных объектов для подготовки газодымозащитников, орган управления МЧС разрабатывает годовые (полугодовые) графики их использования, исходя из общего количества тренировочных занятий.

Тренировочные занятия проводятся со следующей периодичностью:

- 1) на свежем воздухе:
 - ежемесячно не менее 2-х занятий, в том числе одно занятие:
 - при проведении пожарно-тактического учения или занятия по решению пожарно-тактической задачи;
- 2) в непригодной для дыхания среде (теплодымокамере):

- ежеквартально не менее одного раза;
- на огневой полосе психологической подготовки - не менее одного занятия в год (приурочивается к занятиям по оперативной подготовке).

Продолжительность каждого занятия на свежем воздухе и в теплодымокамере должна составлять не менее 2-х часов, из них на непосредственную работу в противогазе 45-60 мин., в дыхательном аппарате – 30 мин.

УСТАНОВКА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОГNETУШАЩИХ ПОРОШКОВ

Попов В.И., к.т.н., доцент
Дмитриев О.В., Академия ГПС МЧС России, г. Москва
Тимофеева С.В., к.х.н., доцент
Ивановский институт ГПС МЧС России, г. Иваново

В последние годы для тушения пожаров широкое распространение получили огнетушащие порошки. Это связано с их универсальностью. Огнетушащие порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли с различными добавками, увеличивающими текучесть и препятствующими слеживанию и комкованию.

Для проверки возможности повышения огнетушащей способности порошков путем введения добавок на кафедре пожарной профилактики ИВИ ГПС МЧС России разработана лабораторная установка для сравнительной оценки огнетушащей способности порошков с различными добавками, схема которой изображена на рис. 1 и рис. 2, фото установки представлено на рис. 3.

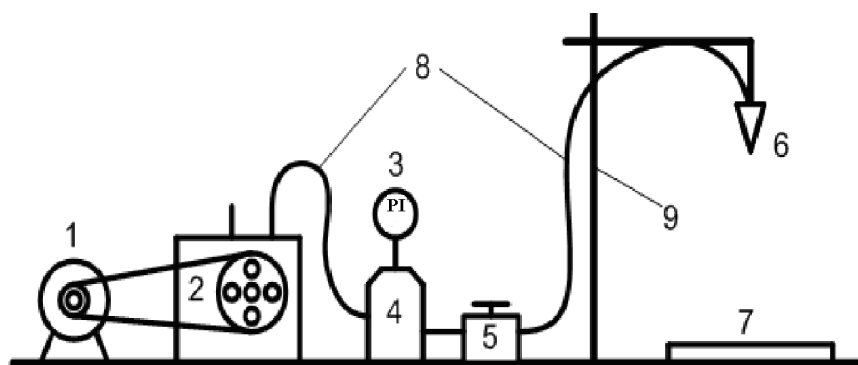


Рис. 1. Принципиальная схема установки для сравнительной оценки огнетушащей способности порошков

1 – электродвигатель, 2 – компрессор, 3 – манометр, 4 – промежуточная ёмкость, 5 – электромагнитный клапан, 6 – распылитель огнетушащего порошка, 7 – модельный очаг горения, 8 – шланги высокого давления, 9 – штатив

Разработанная установка отличается от применяемых ранее разными исследователями возможностью с более высокой точностью провести сравнительную оценку огнетушащей способности различных порошковых составов в сравнении с порошками выпускаемыми промышленностью. Лабораторная установка позволяет оценить критическое значение интенсивности подачи порошков в зону горения, минимальное количество порошка необходимого для тушения и критическое значение интенсивности подачи порошка при возникновении огнепреграждающего эффекта.

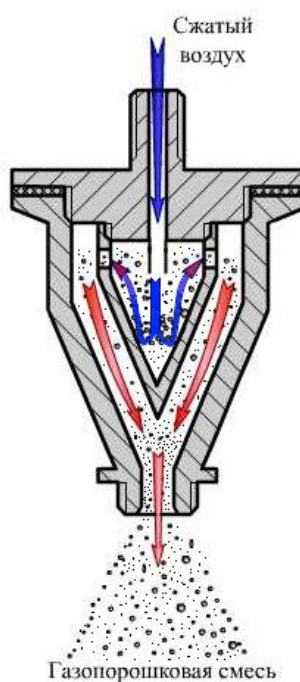


Рис. 2. Конструкция распылителя огнетушащего порошка



Рис. 3. Общий вид лабораторной установки

Применения распылителя порошка конструкции приведенной на рис.2 позволяет создавать распыленную струю с одинаковой концентрацией по сечению струи.

На лабораторной установке (рис. 3) проведены исследования влияния добавок на огнетушащую способность порошка при их различном процентном содержании. Цель исследований заключалась в сравнительной оценке изменения огнетушащей способности огнетушащего порошка при различном процентном содержании добавок.

В качестве модельных очагов пожара в лабораторных условиях применялись:

- модельный очаг горения твердых горючих материалов – штабель древесины размерами 0,08x0,08x0,04 м из брусков хвойных пород с влажностью от 8 % до 10 % размерами 0,005x0,005x0,08, м;
- модельный очаг горения легковоспламеняющейся жидкости (смесь керосина с бензином 6:1) площадью 0,028 м² на поверхности воды ограниченное стальным кольцом.

В качестве добавок применялись *микрокапсулы с хладоном* диаметром 50-400 мкм; *окисленный графит*; *шунгит*; *оксид кремния*.

В результате исследований по тушению модельных очагов, выявлен положительный эффект при использовании всех добавок.

ВНЕДРЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-2705 И ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ К НЕМУ

**Сенчихин Ю.Н., к.т.н., профессор, С.В. Росоха, д.т.н.
Национальный университет гражданской защиты Украины, г.
Харьков**

**Касьян А.И., к.т.н.
ГТУ МЧС Украины в Харьковской области, г. Харьков**

Теоретические и экспериментальные исследования, моделирование типовых экстремальных ситуаций с применением теории принятия решений позволили провести научное обоснование к созданию аварийно-спасательного комплекса (АСК) и его составляющих (мини комплексов АСК-1 и АСК-2). А также выявить граничные области применения этих средств малой механизации с учетом требований безопасности ведения аварийно-спасательных и ремонтно-восстановительных работ в зданиях и сооружениях при обрушениях конструкций. В результате проведенных исследований впервые были предложены тактико-технические условия применения АСК и его составляющих при выполнении аварийно-спасательных (АСР) и ремонтно-восстановительных работ (РВР) повышенной опасности.

При этом возникла необходимость в проверке и изучении полученных результатов исследований в штатном режиме использования всего комплекса и его составляющих в эксплуатационных условиях.

В результате выполненных исследований и обобщения результатов анализа проведения аварийно-спасательных работ был разработан и внедрен новый аварийно-спасательный комплекс АСК [1].

АСК предназначен для транспортировки личного состава и специального инженерного оборудования к месту локализации и ликвидации аварийной ситуации. Комплекс смонтирован на базе современного маневренного шасси автомобиля ГАЗ-2705. С точки зрения тактико-технических возможностей его использования, он был сконструирован с учетом оснащения его негабаритными средствами малой механизации.

Укрупненные данные об АСК:

- Шасси ГАЗ-2705
- Мощность двигателя – 73,5 кВт (100 л.с.)
- Скорость максимальная (при полной массе) – 115 км/час
- Число мест боевого расчета (включая водителя) – 3 человека

- проведение специальных АСР и РВР (разборка строительных и технологических конструкций, их монтаж и демонтаж, поднятие, кантование и перемещение грузов при разборе завалов, ликвидация аварий, спасение на водах, локализация очагов возгорания и аварии);

- спасание людей с высот высотных знаний;

- тушение пожаров;

- выбор рациональных маршрутов движения к зоне ЧС и прибытие с минимальными потерями времени в пути следования;

- освещение места работ и координацию действий спасателей, в том числе и пожарных;

- оказание первой доврачебной помощи пострадавшим;

- быть задействованным в навигационной системе медицинской скорой помощи г. Харькова.

АСК обладает большей (более чем вдвое) удельной мощностью, чем уже упоминавшиеся пожарные машины типа АЦ-40, что позволяет добиться:

- ускоренного прибытия к месту ЧС, в том числе и на пожар, в сравнении с основным эшелонном;

- проведения оперативной разведки до прибытия основных сил и средств;

- своевременного сообщения о масштабах ЧС;

- локализации и ликвидации ЧС;

- спасания пострадавших и оказания им первой доврачебной помощи имеющимися автономными средствами (в 85% случаев).

В комплекс включены (внедрены): бортовой персональный компьютер в составе всего АСК, тросовая лебедка и пневмоподушки аварийно-

спасательные ПП/АСП) в составе мини комплекса АСК-1; в составе мини комплекса АСК-2 – линемет [2].

Разработанный и внедренный комплекс АСК имеет существенные отличия от известных в Украине и за рубежом, так называемых, автомобилей первой помощи и автомобилей быстрого реагирования. Его главным достоинством является комплексное его оснащение и применение мини комплексов и средств малой механизации, что существенно (до 35 %) сокращает время ведения аварийно-спасательных и ремонтно-восстановительных работ, позволяет эффективно его использовать при разборке зданий и сооружений, расчистки завалов, при восстановительных работах и др.

Список литературы

1. Касьян А.И. Создание машин быстрого реагирования для работ в экстремальных условиях // Безпека життєдіяльності: Матеріали 7-ї регіональної наук.-метод. конференції. – Харків, – 2007. – С. 105-106.

2. Сенчихин Ю.Н., Касьян А.И., Голендер В.А. Специальные средства по обеспечению безопасного ведения работ в условиях обрушения строительных конструкций // Зб. наук. праць. Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. – Вип. 65. – С. 135-141.

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ТУШЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРОВ

**Собина В.А., Национальный университет гражданской
защиты Украины, г. Харьков**

Рудничные пожары - пожары возникающие непосредственно в горных выработках, массиве полезных ископаемых и отработанном пространстве. К рудничным пожарам относятся и пожары в надшахтных зданиях, на складах, которые могут распространиться на выработки, или отравить в них атмосферу газообразными продуктами горения [1].

Тушение подземных пожаров осуществляется следующими способами:

- Активный - непосредственное воздействие на очаг пожара огнетушащими средствами (водой, пеной, песком и т.п.), или разборкой очагов с заливкой горячей массы водой. Этот способ обычно применяют при всех пожарах, в начале их возникновения. Тушение пожара активным способом производят, как правило, со стороны свежей струи воздуха, одновременно принимают меры по преграждению распространения огня по исходящей струе (водяной завесы, удаление крепи, устройство завалов). - Пенно-воздушный способ: поперёк выработки натягивают матерчатую сетку, на неё наносится пенообразующая жидкость, образующая в ячейках сетки тонкие плёнки, срывающиеся затем воздушным потоком с образованием пены.

- Тушение инертной паро-газовой смесью: в выработке устанавливается генератор паро-газовой смеси ("керосинка"). Производительность генератора должна равняться воздушному потоку (весь воздух заменяется смесью).

- Пассивный - изоляцией пожарного участка перемычками с засыпкой (при необходимости) провалов, тампонированием трещин целика и вмещающих пород. К изоляции прибегают, когда пожар нельзя ликвидировать непосредственным тушением из-за недоступности очагов горения непосредственному воздействию активными средствами.

Комбинированный - непосредственное тушение в комплексе с изоляцией пожарных участков, затоплением их водой, или заполнением инертными газами. Способ используют, когда пожар принял значительные размеры и непосредственное тушение не даёт должного эффекта, или когда невозможно ликвидировать пожар только путём изоляции [2,3].

При тушении подземных пожаров применяют следующие вентиляционные режимы:

- сохраняют существующий до возникновения пожара;
- сохраняют существующее направление вентиляционной струи с увеличением или уменьшением расхода воздуха;
- реверсируют (опрокидывают) вентиляционную струю, с сохранением, увеличением, или уменьшения расхода воздуха;
- закорачивание вентиляционной струи, при нормальном, или реверсивном её направлении;
- нулевая вентиляция, путём исключения выработок пожарного участка из вентиляционной сети шахты, или остановки вентилятора главного проветривания.

В начале устанавливают вентиляционный режим, предотвращающий распространение пожарных газов в выработки, в которых находятся люди. Если пожар возник в начале поступающей вентиляционной струи (в надшахтном здании, стволе, ОД, главном квершлагае и т.п.) - осуществляют реверсирование вентиляционной струи.

При пожаре в середине пути вентиляционной струи, её закорачивают или реверсируют и даже останавливают вентилятор (если это не вызовет опрокидывания струи под действием тепловой депрессии, или взрыва горючих газов). Вентиляционный режим шахты и аварийного участка, после эвакуации людей, устанавливается оперативным планом ликвидации аварии в зависимости от обстановки и вида выполняемых работ по тушению пожара.

Список литературы

1. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело: учебное пособие / В.А. Портола, П.В. Бурков, В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 201 с.

2. Терещнев В.В., Терещнев А.В. Управление силами и средствами на пожаре. Учебное пособие / Под ред. д-ра. техн. наук, проф. Мещалкина Е.А. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2003.

3. Пожежна тактика: Підручник/ П.П. Ключ., В.Г. Палюх., А.С. Пустовой., Ю.М. Сенчіхін., В.В. Сировий. – Х.. Основа, 1998 – 595с.

СИСТЕМА ЛИКВИДАЦИИ ОЧАГОВ САМОНАГРЕВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В СИЛОСАХ И БУНКЕРАХ СИЛОСНОГО ТИПА

Тригуб В.В., к.т.н., доцент,
Национальный университет гражданской
защиты Украины, г. Харьков

Проведенные в [1 – 3] исследования направлены на повышение эффективности систем термоконтроля насыпи растительного сырья. Однако данные системы не дают стопроцентного контроля объема.

Поэтому предлагается система ликвидации очагов самонагревания (далее система), которая основана на снижении температуры в очаге за счет подачи в него инертного газа. Принципиальная схема системы представлена на рис. 1. Она состоит:

- ❖ трубопровод с отверстиями, запаянными легкоплавким сплавом;
- ❖ сигнализатор давления;
- ❖ пусковое устройство;
- ❖ баллоны с газом.

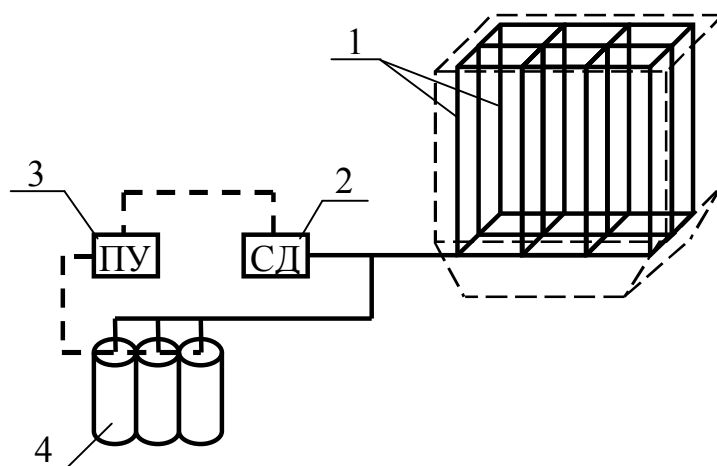


Рис. 1. Принципиальная схема системы ликвидации очагов самонагревания растительного сырья:

1 – трубопровод; 2 – сигнализатор давления; 3 – пусковое устройство; 4 – баллоны с инертным газом

Трубопровод 1 выполнен из металлических труб с поперечным сечением $\frac{3}{4}$ дюйма, которые для лучшей герметичности соединяются между

собой сварным соединением. Длина каждой трубы составляет 1 м. На расстоянии 0,5 м друг от друга в горизонтальном сечении просверлены 8 симметричных отверстий. Расстояние между отверстиями выбраны исходя из среднего размера очагов самонагрева. Отверстия запаяны сплавом Вуда. Данный сплав имеет температуру плавления 72°C . Эта температура соответствует переходу от первичного самонагрева растительного сырья, которое происходит за счет тепла, выделяемого микроорганизмами, к вторичному самонагреванию, проходящему в основном за счет химических и экзотермических процессов.

Принцип работы системы. В трубопровод закачивается инертный газ, например азот, с минимальным давлением P_{\min} . При возникновении очага самонагрева и повышении в нем температуры до $\approx 70^{\circ}\text{C}$, с учетом, что система термометрирования не сможет его зарегистрировать, в месте возникновения очага начинает плавиться сплав, который закрывает отверстия. При этом резко падает давление в системе, в отличие от падения давления за счет неплотностей в соединениях, и срабатывает сигнализатор давления 2, сигнал от которого подается на пусковое устройство 3. В свою очередь пусковое устройство открывает баллоны с газом 4 и подает в систему инертный газ под рабочим давлением P_p .

Газ, распространяясь в массу продукта, не только охлаждает, но и флегматизирует очаг самонагрева. В процессе самонагрева выделяется значительное количество горючих газов: CO , CH_4 , H_2 и т.п., которые скапливаются в порах продукта. В этом случае при свободном доступе воздуха, например, в процессе разгрузки объема силоса, появляется реальная возможность образования взрывоопасной газовой смеси, а, следовательно, и возможность возникновения взрыва. Таким образом, после распространения инертного газа в сырье дисперсную насыпь можно выгружать без опасности возникновения взрыва.

Для апробации данной системы были проведены экспериментальные исследования. Они проводились с целью определения минимального, рабочего и максимального давления в системе, а также рабочей температуры, при которой будет срабатывать система. Для этого была создана экспериментальная установка – элемент данной системы в виде фрагмента трубопровода. Она состоит: фрагмент трубопровода (металлическая труба диаметром $\frac{3}{4}$ дюйма и длиной 1 м) с 8 отверстиями, запаянными сплавом Вуда; манометр; кран; заглушка; компрессор; штатив; емкость; электропечь; градусник.

Методика проведения исследований заключалась в следующем. В трубе (фрагмент трубопровода) просверливались 8 симметричных отверстий диаметром 2 мм. Затем они были запаяны сплавом Вуда, имеющим температуру плавления 72°C . Одна сторона трубопровода закрыта заглушкой, с другой стороны находился манометр и кран. Затем с помощью компрессора в трубу закачивался воздух.

Сначала было определено максимальное давление, при котором газ может выдавить сплав из отверстий. Для повышения достоверности

эксперимент проводился с двукратной повторяемостью. Результаты исследования показали, что при давлении более 20 атм. (в первом случае 21 атм., а во втором 23 атм.) были частичные прорывы в запаянных отверстиях. Таким образом, можно считать максимальное давление $P_{\max} = 20$ атм., рабочее $P_p = 15$ атм., а минимальное $P_{\min} = 5$ атм.

Следующим этапом было определение рабочей температуры t_p , т.е. изменится ли температура плавления сплава при запайке его в металлическую трубу. В емкость заливалась вода, и помещался фрагмент трубопровода, закрепленный в штативе, причем запаянные сплавом Вуда отверстия находились в воде. Затем с помощью электропечи происходил нагрев воды, контроль ее температуры осуществлялся с помощью градусника. В качестве материала, в котором используется система, была выбрана вода потому, что ее использование ускоряет проведение исследований, т.е. упрощает проведение эксперимента. Для повышения достоверности эксперимент проводился с двукратной повторяемостью. При достижении температуры в первом случае 69°C , а во втором случае 71°C происходило резкое падение давления, т.е. система срабатывала. Таким образом, можно считать рабочую температуру, при которой срабатывает система, равную $t_p = 70^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о возможности использования предлагаемой системы ликвидации очагов самонагрева в хранилищах силосного типа на предприятиях агропромышленного комплекса.

Список литературы

1. Сергунов В.С. Дистанционный контроль температуры зерна при хранении. – 2-е изд. – М.: Агропромиздат, 1987. – 173 с.
2. Криса И.А., Ольшанский В.П. Идентификация параметров очагов самонагрева растительного сырья в стационарном режиме. – К.: Пожінформтехніка, 2002. – 152 с.
3. Ларин А.Н., Ольшанский В.П., Тригуб В.В. Задачи нестационарной теплопроводности при самонагревании сырья гнездовыми очагами. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 160 с.

ПРОБЛЕМЫ ОГРАНИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОПЕРАТИВНО СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ МЧС УКРАИНЫ

Федцов А.А.

**Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Высокий уровень технического и социального обеспечения пожарных-спасателей не исключает проблем и сложностей в их повседневной работе. Одной из этих проблем является бездорожье и "разбросанность" населенных пунктов и охраняемых объектов. Пожарные части отделены друг от друга десятками километров: порой необходимо 2-4 часа с момента сообщения, чтобы из соседних пожарных частей прибыли дополнительные силы.

Решением данной проблемы может стать усовершенствованная система оповещения и сбора личного состава подразделений. В гарнизонах применяется компьютеризированная телефонная система оповещения личного состава. Если сравнить временные затраты, то диспетчеру, для того чтобы собрать столько же людей, требуется 30-40 минут.

Для доставки пожарных задействован весь имеющийся оперативный транспорт. В городах возможно заключение договоров с таксомоторными фирмами о доставке личного состава к месту пожаров. Все эти меры позволяют успешно тушить быстроразвивающиеся пожары (в том числе в жилых двухэтажных деревянных домах 5-й степени огнестойкости).

Специфика пожаротушения в жилом секторе связана с особенностями зданий: в основном, это двухэтажные многоквартирные дома и общежития каркасно-щитовой конструкции. До 50% жилых зданий эксплуатируются более 15 лет. Кроме того, в большей части из них применяются бытовые газовые баллоны, которые находятся внутри квартир. Поэтому уже через 15-20 минут с начала пожара возможны взрывы баллонов и соответственно резкое увеличение интенсивности и площади пожара. В таких условиях ведение боевых действий только снаружи здания, без подачи стволов в очаг пожара, оказывается неэффективным. Огонь приходится тушить внутри здания, несмотря на то, что это связано с большим риском для жизни пожарных.

При тушении пожаров используются автоцистерны отечественного производства на базе автомобиля "ЗИЛ", "КамАЗ". Эта техника зарекомендовала себя с положительной стороны.

Другой острой проблемой является бесперебойная подача воды в зимнее время. Любой перебой в водоснабжении приводит к замерзанию рукавных линий, после чего их приходится менять. В ходе оперативного развертывания, особенно при низких температурах, обязательным условием является прокладка резервных магистральных линий: практически в каждом

подразделении создан трехкратный резерв напорных рукавов. Каждая автоцистерна, стоящая в боевом расчете, дополнительно укомплектована 10 напорными рукавами диаметром 77 мм для прокладки магистральных линий.

Для подачи огнетушащего вещества при тушении резервуаров во всех крупных местных гарнизонах приобретены стволы-мониторы. В ряде объектовых подразделений, где отсутствуют автомобили пенного тушения, оборудуются прицепы для доставки пенообразователя к месту пожара, что позволяет минимально сократить время на подготовку к пенной атаке. Дополнительно на такой прицеп укладывается необходимое ПТО и оборудование.

Большое внимание уделяется вопросам организации работы газодымозащитной службы (ГДЗС). В настоящий момент ГДЗС подготовлена к работе в непригодной для дыхания среде, и составляет более 50 % от общей численности личного состава. Для обеспечения безопасности при работе в непригодной для дыхания среде имеются радиостанции. Техническое обслуживание СИЗОД осуществляется базами и постами ГДЗС.

Несмотря на то, что отказов в работе дыхательных аппаратов на пожарах за последние годы в подразделениях не было, хотелось бы обратить внимание на конструктивный недостаток аппаратов АСВ-2 и Dreger, который проявляется при работе в условиях низких температур (от -25 °С и ниже). В процессе работы по мере охлаждения механизма параметры подачи воздуха изменяются. При этом человек, работающий в дыхательном аппарате, начинает чувствовать значительную нехватку воздуха, несмотря на то что давление в баллонах может достигать 180 и более атмосфер. В некоторых случаях даже включение устройства резервного запаса воздуха не устраняет это явление.

ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЗЕМНОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

**Цельковский И.А.
Национальный университет гражданской защиты Украины
г. Харьков**

Одним из самых широко используемых способов борьбы с природными пожарами является тушение водой и растворами на ее основе. Возникновения природных пожаров в отдалении от источников воды, в горной местности, при отсутствии развитой сети дорог приводит к значительным трудностям в организации процесса пожарного водоснабжения, в обеспечении процесса тушения достаточным количеством воды.

Руководитель тушения пожара (РТП) должен организовать водоснабжение таким образом, чтобы обеспечить максимально возможную производительность схемы, выбрать ее оптимальные параметры с учетом факторов ландшафта и изменения обстановки, связанной с ходом пожара. РТП должен учитывать взаиморасположение водоисточников и очага пожара, прогноз его развития (динамику области пожара и интенсивность его кромки), топологию сети дорог в районе пожара и их тип, топографию и лесотаксацию местности, наличие непроходимых участков для движения пожарной техники, для личного состава и для прокладки магистральных линий, а также состав и количество сил и средств, имеющихся в распоряжении, их боевые возможности. Перечисленные факторы нуждаются в формализации и оформлении их в виде ограничений при решении оптимизационной задачи, функцией цели которой является максимизация подачи воды.

Большое количество ограничений приводит к необходимости создания автоматизированной системы оперативного проектирования схемы водоснабжения для ликвидации природного пожара в конкретных условиях, одной из компонент которой должны являться географические информационные системы (ГИС), позволяющие адекватно отображать пирологические условия в зоне пожара.

Решение оптимизационной задачи должно базироваться на комплексе математических моделей, интегрированных в ГИС.

В настоящее время отсутствуют подобные разработки. С учетом возрастающего количества природных пожаров (и, соответственно, затрат на их ликвидацию) создание такой системы является актуальным. Внедрение ее в деятельность пожарной охраны будет способствовать повышению эффективности борьбы с природными пожарами, снижению материальных и трудовых затрат.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ КСЕРОГЕЛЯ И СУЩЕСТВУЮЩИХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ

Чернуха А.А.
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков

Наиболее распространёнными огнезащитными покрытиями для древесины являются краски, лаки, обмазки и штукатурки.

На сегодняшний день в Украине существует две группы огнезащитных красок вспучивающегося типа: на основе органических и неорганических связующих. Краски на основе органических вяжущих имеют хорошие декоративные свойства, высокую адгезию к подготовленной поверхности древесины, наносятся тонким слоем $\sim 0,5$ мм. К недостаткам можно отнести большую стоимость и высокую дымообразующую способность. Ещё одним недостатком их использования является ограниченное время их огнезащитного действия. При огневом воздействии вспученный коксовый слой постепенно выгорает, механически разрушается и отслаивается от поверхности. Так огнезащитное покрытие «Эндотерм ХТ-150» на 2-3 минуте огневого воздействия начинает выгорать.

При выборе состава гелеобразующих систем было учтено, что наилучшими огнезащитными свойствами обладают составы с избытком силикатной составляющей ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$). Этот факт можно объяснить тем, что такие составы вспучиваются при огневом воздействии. Катализатором гелеобразования в данной системе выступал раствор карбоната калия.

Для определения массовой скорости выгорания была использована лабораторная установка. Испытуемый образец подвешивался на тонкой нити из нержавеющей стали к коромысу весов. Сам образец, находился в верхней части пламени газовой горелки, чем воспроизводились условия изотермического варианта термогравиметрического метода.

Во время эксперимента использовались образцы древесины (сосна), огнезащитные средства наносились в одинаковых условиях и количествах, высота свободного пламени горелки поддерживалась равной 145-155 мм, эксперимент в каждом случае проводился в течении 30 мин., при этом каждые 20 секунд фиксировалась масса.

При испытании огнезащитного покрытия на органической основе «Эндотерм ХТ-150», температура достигла отметки 200°C уже на 2-3 минутах, а при продолжении огневого воздействия на 22-23 минутах достигла 720°C , что говорит о дополнительном выделении энергии при сгорании самого огнезащитного покрытия.

В ходе исследования выяснено, что огнезащитные покрытия на основе силикатных гелеобразующих систем, которые, благодаря способности к вспучиванию проявляют высокие огнезащитные свойства. По своему

огнезащитному действию они превосходят используемые в настоящее время пропитки и огнезащитные краски на органической основе.

Список литературы

1. ГОСТ 16363-98. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. – Взам. ГОСТ 16363-76; Введ. 07.01.99. – Киев: Издательство стандартов, 2000. – 8 с.
2. Кіреєв О.О. Вогнезахисні властивості силікатних гелеутворюючих систем // Науковий вісник будівництва. – Вип. 37. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2006. – С. 188-192.
3. Жартовський В.М., Цапко Ю.В. Профілактика горіння целюлозовмісних матеріалів. Теорія та практика. – Київ, 2006. – 248 с.
4. Айлер Р. Химия кремнезёма. Ч.1: Пер. с нем. – М.: Химия, 1982. – 386 с.

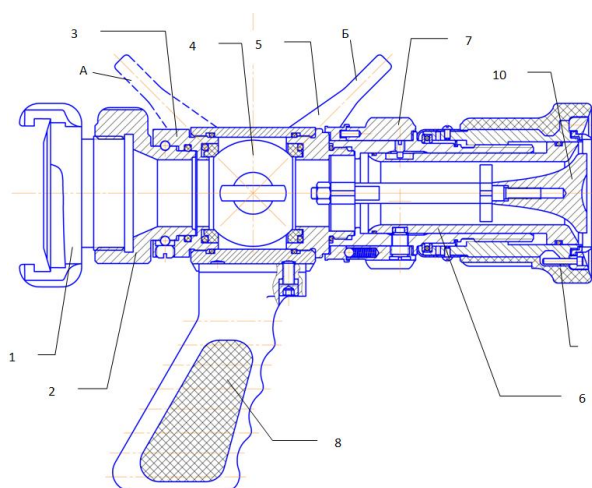
РАСЧЕТ ФОРМЫ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕФЛЕКТОРА ПОЖАРНОГО СТВОЛА

**Карпенчук И.В., к.т.н., доцент, Шафранский Д.А.,
Командно-инженерный институт
МЧС Республики Беларусь, г. Минск**

Современные средства пожаротушения отличаются возможностью формирования спектра различных видов струй и их комбинаций, обеспечивая при этом высокое качество распыла с различным углом факела, и возможностью изменения расхода. Обновление средств пожаротушения является актуальной задачей.

В рамках задания «Разработка и оптимизация гидродинамических параметров отечественной модификации экспериментального образца ствола пожарного ручного комбинированного» ГПНИ на 2011–2015 годы «Снижение рисков чрезвычайных ситуаций» была разработана математическая модели движения жидкости в канале пожарного ствола с дефлектором[1] и экспериментальный образец ствола пожарного ручного универсального с дефлектором.

Схема ствола приведена на рисунке 1.



1 – головка соединительная ГЦ 50; 2 – вращающийся переходник; 3 – корпус; 4 – перекрывное устройство; 5 – рукоятка управления; 6 – механизм регулирования; 7 – дозатор; 8 – удерживающая рукоятка; 9 – насадок; 10 – дефлектор

Рисунок 1 – Схема устройства ствола пожарного ручного универсального

Одним из важных этапов разработки ствола стало определение формы криволинейной поверхности дефлектора, для этого рассмотрим трехмерный симметричный относительно оси поток перед дефлектором. С целью минимизации гидравлических потерь зададим форму криволинейной поверхности дефлектора, совпадающую с линиями тока. При такой форме будет отсутствовать вихреобразование, а течение жидкости можно считать потенциальным. Потенциальное течение жидкости описывается уравнением Лапласа [2]:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0, \quad (1)$$

где φ – потенциал скоростей.

$$U_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \quad U_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}; \quad U_z = \frac{\partial \varphi}{\partial z}. \quad (2)$$

Выражение для потенциала скоростей [9]:

$$\varphi = \frac{1}{2} (\hat{A}x^2 + \hat{A}y^2 + \tilde{N}z^2). \quad (3)$$

где A, B, C – коэффициенты.

Подставим это выражение в уравнение (1):

$$\frac{\partial^2 (\hat{A}x^2 + \hat{A}y^2 + \tilde{N}z^2)}{2\partial x^2} + \frac{\partial^2 (\tilde{N}x^2 + \hat{A}y^2 + \tilde{N}z^2)}{2\partial y^2} + \frac{\partial^2 (\hat{A}x^2 + \hat{A}y^2 + \tilde{N}z^2)}{2\partial z^2} = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial 2Ax}{2\partial x} + \frac{\partial 2By}{2\partial y} + \frac{\partial 2Cz}{2\partial z} = 0, \quad (5)$$

$$A + B + C = 0. \quad (6)$$

Следовательно, для того чтобы функция (3) удовлетворяла уравнению Лапласа, коэффициенты A , B и C должны удовлетворять уравнению (6). Это уравнение можно выполнить, приняв:

$$B = A, \quad C = -2A. \quad (7)$$

Тогда получим:

$$\varphi = \frac{\dot{A}}{2}(x^2 + y^2 - 2z^2), \quad (8)$$

откуда найдем составляющие скорости течения:

$$\left. \begin{aligned} U_x &= \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\partial \dot{A}(x^2 + y^2 - 2z^2)}{2\partial x} = \dot{A}x \\ U_y &= \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{\partial \dot{A}(x^2 + y^2 - 2z^2)}{2\partial y} = \dot{A}y \\ U_z &= \frac{\partial \varphi}{\partial z} = \frac{\partial \dot{A}(x^2 + y^2 - 2z^2)}{2\partial z} = -2\dot{A}z \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Поток жидкости, определяемый этим потенциалом, симметричен относительно оси вращения, совпадающей с осью z . Линии тока в плоскости yz , где $x = 0$, определяется уравнением:

$$\frac{dz}{dy} = \frac{U_z}{U_y} = -\frac{2z}{y}. \quad (10)$$

Проинтегрировав получим:

$$\ln z = \text{const} - 2 \ln y, \quad (11)$$

или

$$y^2 z = \text{const}. \quad (12)$$

Это уравнение так называемой кубической параболы, для оси x и y являются асимптотами.

Исходя из вышеизложенного, форму криволинейной поверхности дефлектора (текущий радиус) предлагается определять по формуле:

$$R_i = \sqrt{\frac{\eta}{b_{\text{деф.}} + L_i}}, \quad (13)$$

где R_i – текущий радиус дефлектора;

η – постоянная, зависящая от требуемых параметров ствола (для ручных стволов может приниматься 1000–2000);

$b_{\text{деф.}}$ – толщина дефлектора;

L_i – текущая длина дефлектора.

Список литературы

1. Карпенчук, И.В. Математическая модель движения жидкости в канале пожарного ствола / И.В. Карпенчук, В.В. Пармон, Д.А. Шафранский // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация.– 2011. –№2. – С. 133–145
2. Прандтль, Л. Гидроаэромеханика / Л. Прандтль. – Ижевск.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – 576 с.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВАХ НА ОСНОВЕ КСЕРОГЕЛЯ

Щербак С.Н.

Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков

Ежегодно в Украине возникает более пятидесяти тысяч пожаров. При тепловом воздействии происходит снижение прочности строительных конструкций. Для предупреждения потери несущей способности конструкциями и распространения пламени по горючим поверхностям используют огнезащитные составы с различным механизмом действия. Эффективность использования этих систем обусловлена их теплоёмкостью и низкой теплопроводностью. При разработке огнезащитного покрытия становится необходимым изучение процессов проходящих в нём при нагревании.

Для изучения процессов проходящих в огнезащитных системах веществ используют комплекс таких методов исследований как:

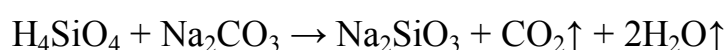
- хроматография позволяет определить состав исследуемого вещества или продуктов, образующихся при горении огнезащищённого образца древесины;
- рентгено-фазовый анализ даёт представление о структуре вещества посредством набора межатомных связей;
- дериватография позволяет выявить тепловые эффекты процессов, проходящих при нагревании системы, потерю массы;
- петрография позволяет исследовать структуру кристаллов или макромолекул;
- методы химической термодинамики позволяют качественно определить вероятность протекания взаимодействий между компонентами системы.

Важной составляющей исследования химической системы является расчёт термодинамических характеристик. Термодинамические исследования широко применяются для изучения различного рода систем, в том числе силикатных. Так, при получении зависимости изменения энергии Гиббса (далее ΔG) исследуемой системы от температуры, можно судить о возможности протекания химической реакции в прямом или обратном

направлении в исследуемом интервале температур. При температурах, которым соответствуют положительные значения ΔG , реакция в прямом направлении невозможна.

Задачей работы является исследование поведения силикатных систем на основе термодинамических данных на примере $\text{Na}_2\text{O}\cdot 3\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{CO}_3$. Расчёт ΔG проводился для реакции гелеобразования при нанесении покрытия и для химического преобразования в твёрдом покрытии при нагревании, используя термодинамические характеристики веществ. При этом учитывалось, что при нагревании ксерогеля происходит разложение карбоната с выделением газообразной составляющей, способствующей увеличению объёма покрытия.

Химический процесс проходящий в огнезащитном покрытии:



Проведя термодинамический расчёт для разных температур можно заметить, что при температуре выше 470 К, продукты, образовавшиеся при нанесении покрытия, могут реагировать между собой с выделением газа, что способствует вспучиванию огнезащитного покрытия и повышению его огнезащитных свойств.

**АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПОЖАРОВ КЛАССА В ПРИ ИХ ТУШЕНИИ
РАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ**

**Абрамов Ю.А. д.т.н., профессор
Национальный университет
гражданской защиты Украины, г. Харьков**

Тушение пожаров, в частности, принадлежащих классу В, наиболее эффективно с использованием распыленной воды. Для реализации такого варианта тушения целесообразно использование системы автоматического пожаротушения, объектом управления в которых является собственно пожар при активном воздействии на него огнетушащего вещества. Синтез таких систем предполагает наличие математического описания объекта управления с учетом его динамических свойств. Динамические свойства таких объектов управления могут определяться, например, их передаточной функцией. На рис. 1 приведена структурная схема алгоритма определения динамических свойств пожара класса В при его тушении распыленной водой, в основе которого лежит использование уравнения теплопроводности.

При определении передаточных функций $ПФ_i$ ($i=\overline{1,4}$) предполагается, что входной переменной является интенсивность подачи в очаг горения распыленной воды, а выходной переменной – температура поверхности горячей жидкости. Следует заметить, что передаточные функции $ПФ_k$ ($k=3, 4$) являются приближением к передаточным функциям $ПФ_n$ ($n=1, 2$), что обусловлено использованием аппроксимации переходных функций объекта управления системы автоматического пожаротушения. Погрешность рассогласования передаточных функций $ПФ_k$ и $ПФ_n$ не превышает 4,5%. Другое отличие между передаточными функциями $ПФ_k$ и $ПФ_n$ заключается в том, что $ПФ_k$ представляют собой иррациональные функции, в то время как $ПФ_n$ представляют собой дробно-рациональные функции комплексного аргумента.

В общем случае передаточные функции $ПФ_n$ описываются выражением вида

$$W_n(p) = \sum_{i=0}^2 a_i p^i \left[\sum_{j=0}^3 b_j p^j \right]^{-1}, \quad (1)$$

где a_i, b_j – параметры.

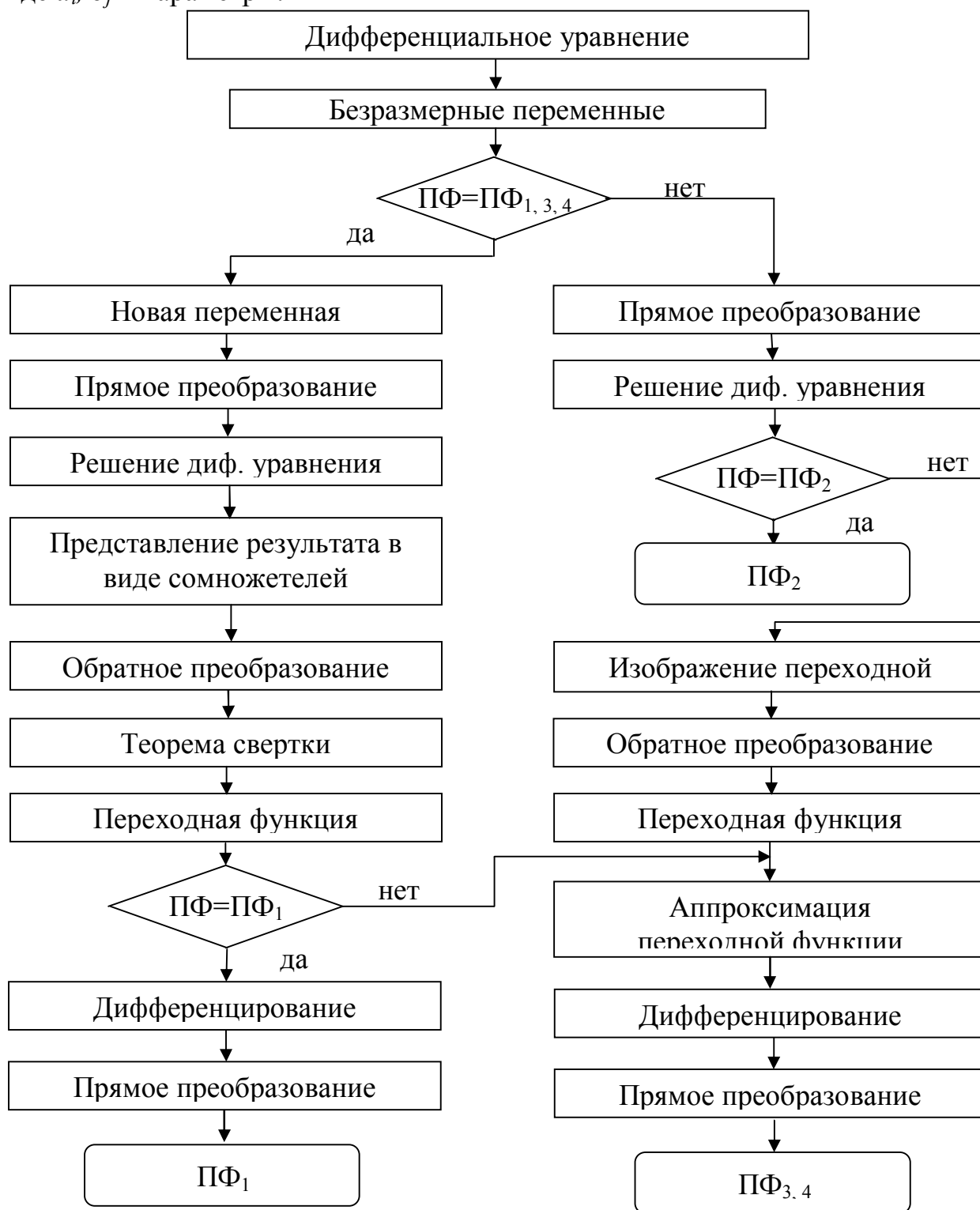


Рис. 1. Схема алгоритма определения передаточных функций пожара класса В

Описание динамических свойств пожара класса В при его тушении тонкораспыленной водой в виде (1) открывает возможности для использования классических методов анализа и синтеза систем автоматического управления применительно к системам автоматического пожаротушения.

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСИИ СКОРОСТИ ВЕТРА НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЕРВИЧНОГО ОБЛАКА ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ

Басманов А.Е., д.т.н.
Говаленков С.С.

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Предположим, что в результате взрыва емкости, выброс газообразного вещества произошел в точке $(0, 0, z_0)$; $\mu(x, y, z, t)$ – концентрация его паров; (ξ, η) – ветер; $\xi(x)$, $\eta(x)$ – стационарные случайные процессы, имеющие нормальное распределение. Случайный характер ветра способствует более быстрой диффузии паров вещества в воздухе. Это приводит с одной стороны к более быстрому рассеиванию облака, а с другой – к более быстрому распространению выброшенного вещества.

Рассмотрим влияние дисперсии скорости ветра на область, в которой ожидаемое значение концентрации вещества будет превосходить некоторое критическое $q_{кр}$ [1]. Такая область может быть описана неравенством

$$\begin{aligned} & \frac{m}{4\pi^{3/2} \sqrt{a_z t} \sqrt{(2at + D_\theta)(2at + D_\rho) - K_{\theta\rho}^2}} \times \\ & \times \exp \left[- \frac{(2at + D_\rho)(x - v_x t)^2 + (2at + D_\theta)(y - v_y t)^2 - 2K_{\theta\rho}(x - v_x t)(y - v_y t)}{2((2at + D_\theta)(2at + D_\rho) - K_{\theta\rho}^2)} \right] \times \\ & \times \left\{ \exp \left[- \frac{(z - z_0)^2}{4a_z t} \right] + \exp \left[- \frac{(z + z_0)^2}{4a_z t} \right] \right\} > q_{кр}. \end{aligned} \quad (1)$$

Перенося в правую часть (1) первый и третий множитель, логарифмируя, получим

$$\begin{aligned} & - \frac{(2at + D_\rho)(x - v_x t)^2 + (2at + D_\theta)(y - v_y t)^2 - 2K_{\theta\rho}(x - v_x t)(y - v_y t)}{2((2at + D_\theta)(2at + D_\rho) - K_{\theta\rho}^2)} > \\ & > \ln \left(\frac{q_{кр}}{m} \frac{4\pi^{3/2} \sqrt{a_z t} \sqrt{(2at + D_\theta)(2at + D_\rho) - K_{\theta\rho}^2}}{\exp \left[- \frac{(z - z_0)^2}{4a_z t} \right] + \exp \left[- \frac{(z + z_0)^2}{4a_z t} \right]} \right). \end{aligned}$$

При фиксированных значениях z и t полученное неравенство описывает область, содержащуюся внутри эллипса. Фиксируя x , z , t ,

решим квадратное уравнение относительно y и получим область, в которой концентрация вещества превосходит критическое значение $q_{кр}$.

В качестве примера рассмотрим мгновенный выброс аммиака на высоте $z_0 = 2$ м над началом координат. Будем считать, что ветер со средней скоростью $\bar{v}_x = 2$ м/с направлен вдоль оси X , $v_z = 0$. Коэффициенты турбулентной диффузии примем $a = a_z = 10$ м²/с; параметры ветра: $s_{\xi\eta} = 0$, $\alpha_\xi = 0,0042$ с⁻¹, $\alpha_\eta = 0,0036$ с⁻¹. Масса выброшенного вещества составляет $m = 1000$ кг. На рис. 1-2 приведены области, в которых концентрация аммиака превосходит $q_{кр} = 2 \cdot 10^{-5}$ кг/м³ (ПДК в рабочей зоне).

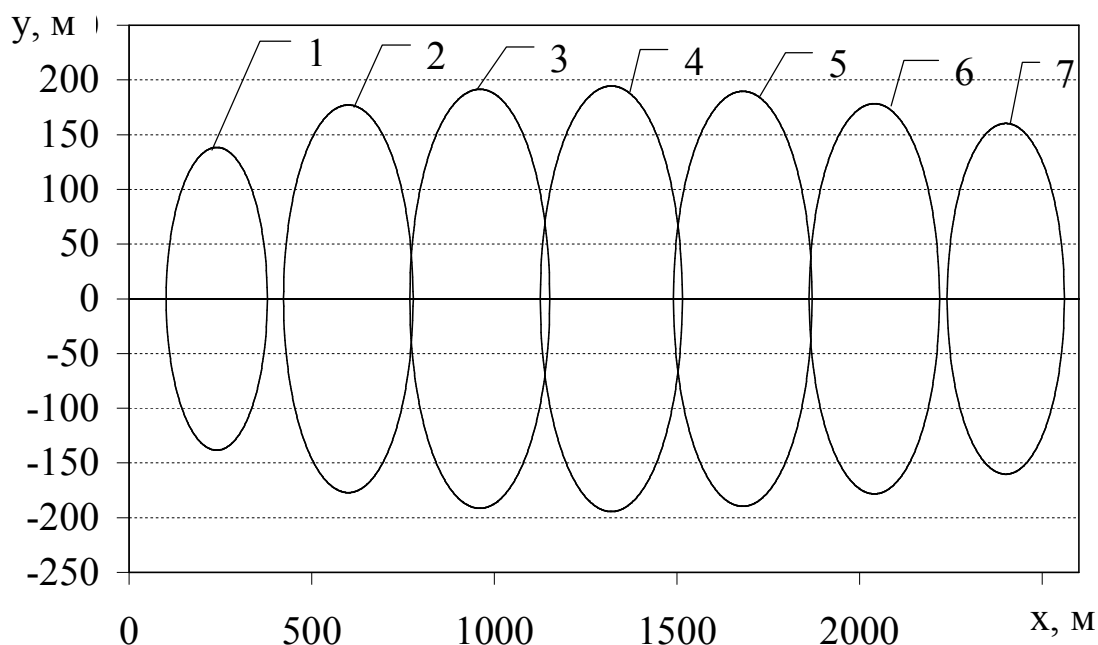


Рис. 1. Области, в которых концентрация аммиака превосходит $q_{кр} = 2 \cdot 10^{-5}$ кг/м³ в различные моменты времени при $\sigma_\xi^2 = \sigma_\eta^2 = 0$:
 1 – $t = 2$ мин; 2 – $t = 5$ мин; 3 – $t = 8$ мин; 4 – $t = 11$ мин; 5 – $t = 14$ мин; 6 – $t = 17$ мин; 7 – $t = 20$ мин.

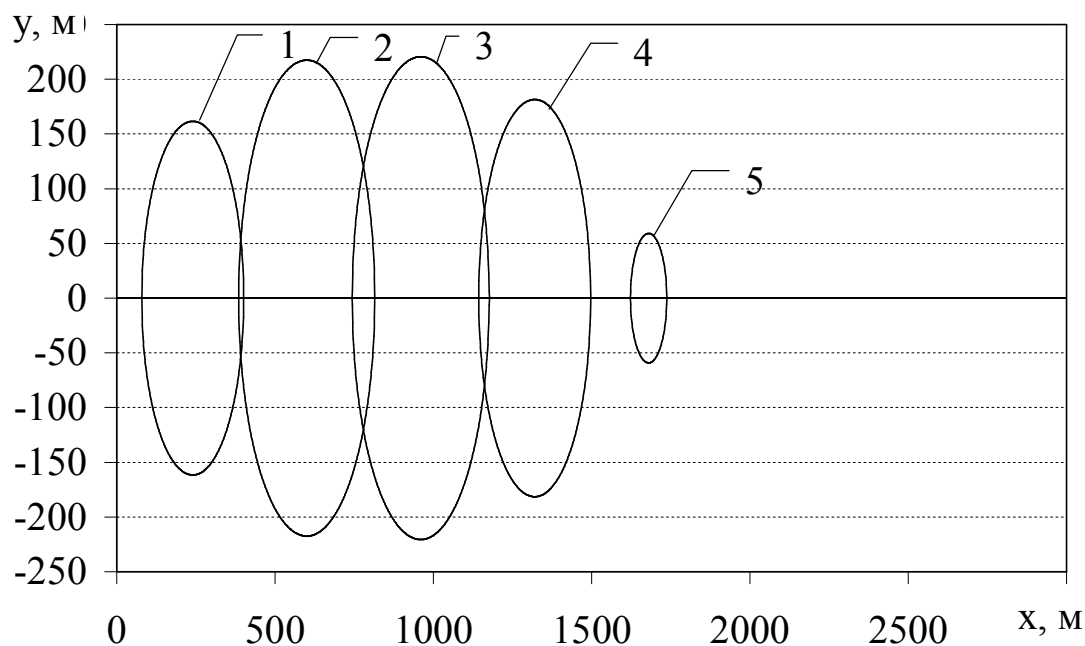


Рис. 2. Области, в которых концентрация аммиака превосходит $q_{кр} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м}^3$ в различные моменты времени при $\sigma_{\xi}^2 = 0,4 \text{ м}^2/\text{с}^2$, $\sigma_{\eta}^2 = 0,1 \text{ м}^2/\text{с}^2$: 1 – $t = 2$ мин; 2 – $t = 5$ мин; 3 – $t = 8$ мин; 4 – $t = 11$ мин; 5 – $t = 14$ мин.

В детерминированном случае (дисперсия скорости ветра равна нулю, рис. 1) компактное облако аммиака перемещается в направлении ветра вдоль оси X на значительное расстояние (более 2,5 км). Наличие дисперсии в направлении, поперечном направлению ветру (рис. 2.), приводит к увеличению опасной зоны по оси Y примерно на 15% (рис. 1 и рис. 2). Наличие дисперсии в направлении, совпадающим с направлением ветра, приводит к более быстрому достижению облаком аммиака точек, расположенных на оси X . При этом увеличение дисперсии скорости в направлении ветра увеличивает скорость движения переднего фронта облака в направлении ветра.

Таким образом, дисперсия скорости ветра существенно влияет на распространение облака и поэтому должна учитываться при проработке возможных сценариев чрезвычайных ситуаций и планировании действий подразделений МЧС по ее локализации.

Список литературы

1. Басманов А.Е., Говаленков С.С., Васильев М.В. Зонирование местности в районе непрерывно действующего источника опасного химического вещества // Проблемы чрезвычайных ситуаций. Вып. 13. – Харьков: НУГЗУ, 2011. – С. 20-33.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЗДАНИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ПОЛОСЫ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

**Вамболь С.А., к.т.н., доцент,
Угрюмов М.Л., д.т.н., профессор
Национальный университет гражданской защиты Украины, г.Харьков**

Использование взрывного способа локализации пожаров является одним из методов борьбы с лесными пожарами [1-4]. Создание зарядов объёмного взрыва на основе углеводородных топлив минимизирует воздействие на экологическую систему. Практическое отсутствие разрушений в зоне применения достигается относительно малыми давлениями во фронте детонационной волны. Использование однородного состава смеси приводит к увеличению ударного действия взрыва, а формирование смеси стехиометрического состава приводит к экономии топлива. С возрастанием ширины минерализованной полосы происходит возрастание её эффективности, поэтому возникает вопрос оптимального распределения зарядов для создания сплошных широких полос. Применение зарядов объёмного взрыва устраняет ряд недостатков данного способа. Так, давление во фронте детонационной волны в топливовоздушных смесях на порядок меньше давления, возникающего в конденсированных взрывчатых веществах. При одинаковой энергии взрыва, импульс давления, создаваемый зарядом объёмного взрыва, превосходит импульс от взрыва конденсированных веществ [3]. То есть, коэффициент полезного действия по созданию противопожарной преграды в зарядах объёмного взрыва возрастает.

Трёхмерное математическое моделирование проводилось с использованием нестационарных уравнений газовой динамики для сжимаемого газа в декартовой системе координат. Система газодинамических уравнений дополнялась уравнением изменения концентрации компонентов смеси и уравнением состояния. Процесс диффузии учитывался в соответствии с законом Фика. Для учета влияния лесного фитоценоза и растительного покрова на распространение ударной волны использовался подход А.М. Гришина. Учитывалось влияние силы тяжести. Теплофизические свойства компонентов смеси рассчитывались путем усреднения.

При моделировании взрыва объёмного шлангового заряда в пологе леса, ось заряда в расчетной области располагалась на середине высоты леса $H_{зар} = \frac{1}{2} \cdot H_{леса}$, которая равнялась $H_{леса} = 3$ м. Диаметр заряда был принят равным $d = 0,9$ м. Размеры расчетной области составляли $H_x = 5$ м, $H_y = 9$ м, $H_z = 19$ м, которые разбивались на 25, 45 и 95 секущих плоскостей, соответственно. Полагалось, что фитоценоз образован сосновым молодняком, где коэффициент сопротивления среды равняется $k = 0,7$. При расчете распространения ударной волны в воздухе данный коэффициент приравнивался нулю. Динамика расширения продуктов детонации

рассматривалась применительно к физическому взрыву. Принято, что в начальный момент времени в оболочке заряда расположены продукты детонации смеси пропана с воздухом с параметрами: $P_d \approx 11 \cdot 10^5$ Па, $T_d = 2842$ К, $\gamma_d = 1,278$, $\rho_d = 1,32$ кг/м³ и средней молярной массой $M_n = 28,36 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. В начальный момент времени во всех «газообразных» ячейках расчетной области приняты параметры окружающей среды, которые соответствовали воздуху с параметрами: $T_c = 293$ К, $P_c = 101325$ Па, $\gamma_c = 1,4$. Скорость набегающего потока ветра равнялась $\bar{q} = 3$ м/с. Земная поверхность в расчетах представлялась в виде непроницаемых участков, ограничивающих расчетную область поверхностей. На этих поверхностях выполнялось условие непротекания.

Система уравнений (решалась методом сквозного счета по схеме Годунова С.К. первого порядка точности. Устойчивость схемы обеспечена за счет выбора величины шага по времени в соответствии с условием Куранта.

В результате расчетов получено, что дальнобойность взрывной волны объёмного шлангового заряда диаметром 0,9 м при заданных внешних условиях достигает около 2,5 м и 5 м для критических перепадов давления, равных $1,2 \cdot 10^5$ Па и $0,4 \cdot 10^5$ Па, соответственно. Следует учесть, что во фронте ударной волны скачек давления в два раза превышает расчетные. Полученный результат показывает, что при данном диаметре заряда обеспечится создание минерализованной полосы шириной от 5 м до 10 м в молодом сосновом лесе высотой 3 м.

Список литературы

1. Рева Г.В. Метод розрахунку циліндричних відбивачів вибухових хвиль для гасіння лісових пожеж: Автореф. дис. ... канд. техн. Наук. – Донецьк, 2000. – 18с.
2. Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. – М.: Наука, 1992. – 408с.
3. Нетлетон М. Детонация в газах: [монография] / Нетлетон М. ; пер. с англ. – М.: «Мир», 1989. – 278 с.
4. Математическое моделирование воздействия взрыва объёмного шлангового заряда на лесной фитоценоз и растительный покров / К.В. Коротченко, Ю.А. Скоб, М.Л. Угрюмов, С.А. Вамболь // Проблемы пожарной безопасности. – 2009. – Вып. 26. – с. 134-140.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ РАСТВОРОВ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ПЕН, ПОЛУЧАЕМЫХ НА ИХ ОСНОВЕ

**Гайнуллина Е.В. доцент, к.т.н., доцент
Набиев А.В., курсант**

Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург

Применение растворов ПАВ в качестве огнетушащих составов в современных помещениях, высоко насыщенных электрическими и электронными приборами и оборудованием, обуславливает необходимость контроля электропроводности как самих растворов, так и пен, получаемых на их основе. Такие требования по ограничению электропроводности растворов ПАВ определяются возможностью поражения электрическим током обслуживающего персонала и необходимостью сохранения электрического оборудования в рабочем состоянии.

При определении электропроводности кондуктометрическим методом были исследованы пены, полученные из водных растворов промышленных ПАВ - додецилсульфата натрия, гексадецилпиридинхлорида, а также пенообразователя ПО – 6ТС с различными модифицирующими добавками, используемыми в качестве стабилизаторов. В качестве модифицирующих добавок на основании анализа имеющихся литературных данных [1-3] и свойств веществ были выбраны следующие вещества: глицерин; этиленгликоль; этилацетат; бутилацетат; пропиловый спирт; изопропиловый спирт; бутиловый спирт; изобутиловый спирт, изоамиловый спирт; а также неорганические кислоты: соляная кислота; серная кислота; азотная кислота. Пенообразующие составы на основе неорганических кислот, хотя и обладают несколько более высокой коррозионной активностью, но широко используются в качестве специальных пенообразователей для тушения полярных горючих жидкостей, для тушения, изоляции и дегазации проливов токсичных веществ.

Следует отметить, что данные добавки позволяют, в сочетании с каждым конкретным ПАВ, получить пену не только высокой кратности, но и достаточно продолжительно существующую во времени, т.е. обладающую повышенной устойчивостью.

Результаты измерений электропроводности пен при температуре 22°C представлены на рис. 1.

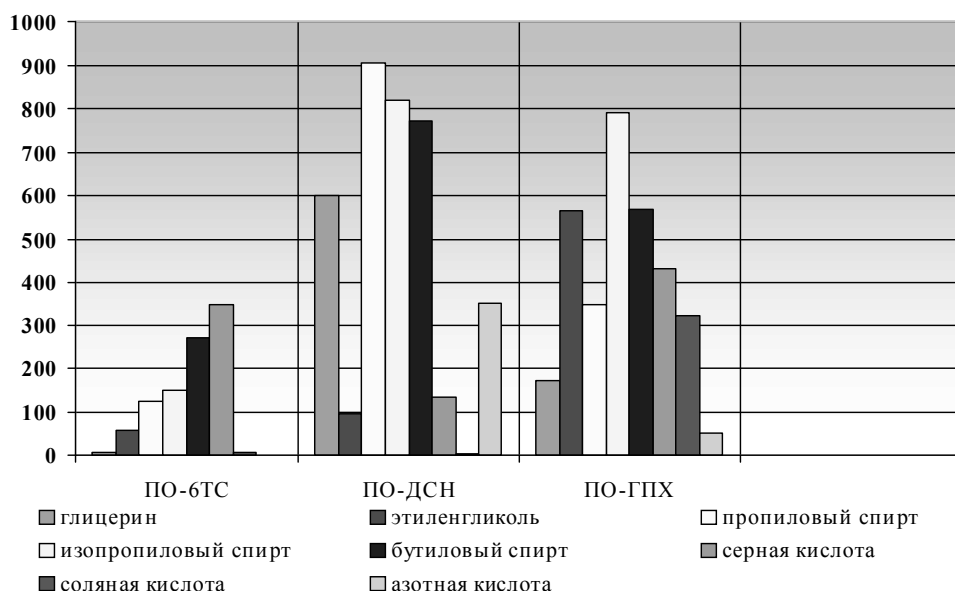


Рис. 1. Электропроводность пен, полученных из исследуемых пенообразователей с различными модифицирующими добавками

Среди пен, полученных на основе додецилсульфата натрия, наименьшей электропроводностью обладают пены с добавками соляной кислоты ($1,22 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) и этиленгликоля ($96,00 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$). При получении пен из водных растворов 1-гексадецил пиридинхлорида соляной ($2,3 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) и азотной ($51,0 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) кислот, этиленгликоля ($144 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$), бутилового ($117,0 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) и изобутилового ($161,3 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) спиртов. Для пен на основе ПО-6 К наименьшая электропроводность наблюдается при применении в качестве добавок азотной ($1,15 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) и соляной ($4,9 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) кислот, глицерина ($6,3 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) и этиленгликоля ($56,8 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$). Таким образом, можно заключить, что наибольшей электропроводностью характеризуются пены на основе раствора додецилсульфата натрия, а наименьшей электропроводностью - на основе пенообразователя ПО-6ТС.

Кислотные добавки (серная, соляная, азотная кислоты) в сочетании со всеми исследованными ПАВ позволяют получить пену с наименьшей электропроводностью, а также существенно увеличивают кратность и устойчивость пен по сравнению с контрольными образцами. Их электропроводность, в среднем, в два – четыре раза ниже, чем у других рассмотренных веществ. Следовательно, разработка пенных составов с применением неорганических кислот (серной, соляной и азотной) может послужить основой для получения пенообразователей как общего, так и целевого назначения.

Данные, полученные при определении устойчивости пен (согласно ГОСТу Р 50588-93 «Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний»), приготовленных из исследованных растворов, показали, что с уменьшением электропроводности растворов ПАВ устойчивость пен увеличивается. Исходя из чего, на этапе предварительных испытаний, можно сделать

заключение о том, что в качестве ПАВ для получения наиболее устойчивой к разрушению пены среди веществ одного ряда следует выбирать те, которые характеризуются наиболее низкой электропроводностью.

Список литературы

1. Шароварников А.Ф., Салем Р.Р., Шароварников А.Ф., Шароварников С.А. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав. Свойства. Применение. - М.: Издательский дом "Калан", 2006. - 362 с.
2. Горшков В.И. , Гуринова Э.Л., Николаев В.М., Титов О.А. Электропроводность огнетушащих веществ // Вопросы горения полимерных материалов в обогащённых кислородом средах: Сборник трудов – Москва. – 1975. – С. 104-112
3. Андреев А.П., Герасимова И.Н. Пенообразующие составы для тушения, изоляции и дегазации проливов экологически опасных веществ // Пожаровзрывобезопасность. 2005. № 6. С. 67-70.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОДУКТОВ ДЕТОНАЦИИ ПРИ ВЗРЫВЕ СМЕСИ ПРОПАН-БУТАНА С ВОЗДУХОМ

**Говаленков С.В., доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков
Дубинин Д.П., младший научный сотрудник
Украинский НИИ МЧС Украины, г. Харьков.
Корытченко К.В., начальник НИЛ
Национальный технический университет «Харьковский
политехнический институт» г. Харьков**

Ежегодно на территории СНГ возникает несколько тысяч пожаров. При этом, общие ежегодные убытки, причиненные лесными пожарами, достигают десятков миллионов долларов США, из которых основная часть затрачивается на тушение пожаров и возобновление лесов. Поэтому разработка способов, позволяющих с малыми затратами и с высокой производительностью локализовать очаги возникающих пожаров, является актуальным.

Гришиным А.М., Зимой В.П., Ревой Г.В. и др. предложена новая концепция борьбы с пожарами на больших площадях, основанная на локализации и последующем тушении пожара с малыми энергетическими затратами с помощью взрывных зарядов на основе конденсированных взрывчатых веществ [1,2]. Последующее развитие данной концепции, заключающееся в применении объемных шланговых зарядов (ОШЗ), представлено в работах [3,4]. В данных работах теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность формирования

противопожарных разрывов с помощью взрыва ОШЗ, получена зависимость ширины разрыва от диаметра и расположения ОШЗ.

При практической реализации способа создания противопожарных разрывов ОШЗ целесообразно применение распространенного углеводородного топлива. На выбор типа топлива влияет его детонационная способность в смеси с воздухом. Выбор типа газа, который наиболее рационально использовать для наполнения ОШЗ, определяется исходя из его детонационной способности, возможности сжижения, температуры испарения, широты промышленного применения, безопасности. Под детонационной способностью в данном случае понимается критическая энергия инициирования детонации и пределы детонации в смеси с воздухом. Количество взрывчатого вещества, необходимого для инициирования взрыва, определяется исходя из критической энергии инициирования детонации. Очевидно, что наиболее приемлемым будет топливо, которое в смеси с воздухом обладает наименьшим значением критической энергии. Температура испарения топлива определяет возможность создания газовых смесей в характерных для данной местности климатических условиях. При холодных климатических условиях температура испарения топлива уменьшается, что приводит трудностям при создании газовой смеси. Под безопасностью в данном случае понимается взрывобезопасность и ядовитые свойства. Например, ацетилен при небольших давлениях может детонировать даже без окислителя, что делает его неприемлемым для использования в газообразном виде в качестве топлива. Хотя данный газ детонирует с воздухом в широких детонационных пределах и имеет очень низкое значение критической энергии инициирования детонации.

Исходя из вышеперечисленного комплекса требований, считается наиболее рациональным применение в качестве топлива объемного шлангового заряда газов пропана, бутана или их смесей. Рассмотрен способ локализации лесных пожаров созданием противопожарных барьеров с помощью объемного взрыва. Предложен вариант формирования топливовоздушной смеси в объемно шланговом заряде с помощью струи отработанных газов гусеничной техники. Требования к составу газа, поставляемого на экспорт, задаются согласно [5]. В основу расчетов для оценки взрывного воздействия была взята смесь пропан-бутан техническая. Согласно данных таблицы 1 [5], для данной смеси можно принять соотношение пропана к бутану как (1 ÷ 1,5) в массовых долях компонентов.

Проведем моделирование параметров взрыва от детонации смеси пропан-бутан технической с воздухом в стехиометрическом соотношении в соответствие с методикой расчета, изложенной в работе [6].

Расчет скорости детонации D_n находим из выражения:

$$D_n = \frac{k+1}{k} = \sqrt{\frac{k \cdot R}{M_f} \cdot T_f} = 1947, \text{ м/с}, \quad (1)$$

где k – показатель адиабаты ($k=1,27$), R – универсальная газовая постоянная ($R = 8,314472$ Дж/(моль·К)), M_{Π} – средний молекулярный вес продуктов детонации ($M_{\Pi}=28,36 \cdot 10^{-3}$ кг/моль), T_{Π} – температура во фронте волны детонации ($T_{\Pi} = 3189$ К).

Давление во фронте волны детонации P_n определяется выражением [6]:

$$P_n - P_0 = \frac{\rho_0 D_n^2}{k + 1} \left(1 - \frac{C_0^2}{D_n^2} \right) = 21,3 \cdot 10^5, \text{ Па}, \quad (2)$$

где $T_0 = 273$ К, ρ_0 – плотность исходной топливоздушной смеси ($\rho_0 = 1,32$ кг/м³), C_0 – скорость звука в исходной газовой смеси ($C_0 = 330$ м/с), P_0 – начальное давление в топливоздушной смеси.

Следует учесть, что давление, определяемое выражением (2), характеризует давление во фронте ударной волны. Известно, что за фронтом волны давление в продуктах детонации уменьшается до двух раз, что позволяет определить динамику расширения продуктов детонации. Его величину можно определить согласно выражения [7]:

$$P_{\bar{A}} = \frac{R \cdot T_0 \cdot \rho_0}{M_{\bar{A}}} = 11 \cdot 10^5 \text{ Па}. \quad (3)$$

В отличие от известных вариантов, предлагаемая техника локализации пожаров позволяет мобильно и качественно формировать в заряде топливоздушную смесь, близкую к стехиометрическому составу. Это позволяет применять пропан-бутан для создания топливоздушной смеси для наполнения ОШЗ. Очевидно, что благодаря получению однородного состава смеси достигается увеличение ударного действия взрыва, а формирование смеси стехиометрического состава приводит к экономии топлива.

Список литературы

- 1.Рева Г.В. Метод розрахунку циліндричних відбивачів вибухових хвиль для гасіння лісових пожеж: Автореф. дис. канд. техн. Наук. – Донецьк, 2000. – 18с.
- 2.Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. – М.: Наука, 1992. – 408с.
- 3.Говаленков С.В., Дубинин Д.П. Применение взрывного способа для борьбы с лесными пожарами // Системи оброки інформації: / ХУПС ім. І. Кожедуба - Вип. 2 (76). – Харків: 2009. – С. 135-139.
- 4.Сиротенко А.М., Дубинин Д.П., Корытченко К.В. Экспериментальное исследование способа создания противопожарных разрывов объемными

шланговыми зарядами Проблемы пожарной безопасности: Выпуск 30. – Харьков: НУГЗУ МЧС Украины, 2011.– С. 234 – 241.

5. ГОСТ 21443-75. Газы углеводородные сжиженные, поставляемые на экспорт.

6. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1959. – 800 с.

7. Дубровский И.М., Егоров Б.В., Рябошапка К.П. Справочник по физике. – К.: Наукова думка, 1986. – 557 с.

ДИНАМИКА РАСТЕКАНИЯ ГОРЮЧЕЙ ЖИДКОСТИ ПО ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Горпинич И.А.

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Построим математическую модель гравитационного растекания цилиндрического слоя жидкости на горизонтальной поверхности, учитывающую влияние сил трения и сил поверхностного натяжения. Принцип расчета гравитационного растекания цилиндрического слоя жидкости изложен в [1].

В начальный момент времени $t=0$ жидкость представляет собой цилиндр высотой h_0 и радиусом R_0 . Под действием силы тяжести жидкость растекается, сохраняя в любой момент времени t форму цилиндра с радиусом $R(t) \geq R_0$ и высотой $h(t) \leq h_0$.

Общая механическая энергия цилиндрического столба жидкости определяется суммой кинетической и потенциальной энергий:

$$W = W_k + W_{\pi}. \quad (2)$$

где W_k , W_{π} – кинетическая и потенциальная энергия соответственно:

$$W_k = \frac{mv^2}{2}, \quad W_{\pi} = \frac{mgV}{2\pi R^2}, \quad (3)$$

где m , V – масса и объем жидкости соответственно; R – радиус цилиндра; v – средняя скорость движения жидкости.

При этом вектор скорости будет представлять собой сумму вертикальной составляющей скорости $v_z = dh/dt$, обусловленной уменьшением высоты цилиндра и горизонтальной составляющей $v_x = dR/dt$, обусловленной увеличением радиуса цилиндра. Выражая модуль средней скорости через модуль ее горизонтальной составляющей, получим выражение для механической энергии цилиндрического слоя жидкости в виде

$$W = \frac{m(R')^2}{2} \left(1 + \frac{4V^2}{\pi^2 R^6} \right) + \frac{mgV}{2\pi R^2}. \quad (4)$$

Растекание жидкости сопровождается выполнением работы $A_{\text{тр}}$ по преодолению силы вязкого трения и работы $A_{\text{нат}}$ против силы поверхностного натяжения. Работа против силы поверхностного натяжения вызвана увеличением площади свободной поверхности жидкости (площади основания цилиндра) от величины πR_0^2 в момент времени $t = 0$ до величины πR^2 в момент времени t и равна

$$A_{\text{нат}} = \pi R^2 \sigma - \pi R_0^2 \sigma, \quad (5)$$

где σ – коэффициент поверхностного натяжения жидкости.

Сила вязкого трения $F_{\text{тр}}$ при движении жидкости по горизонтальной поверхности равна

$$F_{\text{тр}} = \tau_w S, \quad (6)$$

где τ_w – касательное напряжение; S – площадь соприкосновения: $S = \pi R^2$. Выражение для касательного напряжения имеет вид

$$\tau_w = 0,0291 \rho v_x^2 \text{Re}^{-0,2}, \quad (7)$$

где ρ – плотность жидкости; Re – число Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{v_x L}{\nu}, \quad (8)$$

L – характерный размер; ν – кинематическая вязкость жидкости ($\text{м}^2/\text{с}$). Полагая характерный размер равным радиусу разлива и объединяя (6)-(8), получим

$$F_{\text{тр}}(R) = 0,0291 \rho v_x^2 \left(\frac{vR}{\nu} \right)^{-0,2} \pi R^2 = 0,0291 \pi \rho v_x^{1,8} R^{1,8} \nu^{0,2}. \quad (9)$$

Работа против силы вязкого трения при увеличении радиуса цилиндрического слоя от величины R_0 до R будет равна

$$A_{\text{тр}} = 0,0291\pi\rho\nu^{0,2} \int_{R_0}^R r^{1,8}(r')^{1,8} dr, \quad (10)$$

Тогда

$$\begin{aligned} \frac{m(R')^2}{2} \left(1 + \frac{4V^2}{\pi^2 R^6} \right) + \frac{mgV}{2\pi R^2} + \pi R^2 \sigma - \pi R_0^2 \sigma + \\ + 0,0291\pi\rho\nu^{0,2} \int_{R_0}^R r^{1,8}(r')^{1,8} dr = \frac{mgV}{2\pi R_0^2}. \end{aligned} \quad (11)$$

Подставим $m = \rho V$ в (11) и после элементарных преобразований получим

$$\begin{aligned} \frac{\rho V(R')^2}{2} \left(1 + \frac{4V^2}{\pi^2 R^6} \right) + \frac{\rho g V^2}{2\pi} \left(\frac{1}{R^2} - \frac{1}{R_0^2} \right) + \pi \sigma (R^2 - R_0^2) + \\ + 0,0291\pi\rho\nu^{0,2} \int_{R_0}^R r^{1,8}(r')^{1,8} dr = 0. \end{aligned}$$

Выразим R' , перенося остальные слагаемые вправо,

$$\begin{aligned} R' = \sqrt{\frac{\frac{gV}{\pi} \left(\frac{1}{R_0^2} - \frac{1}{R^2} \right) - \frac{2\pi\sigma}{\rho V} (R^2 - R_0^2) - \frac{0,0582\pi\nu^{0,2}}{V} \int_{R_0}^R r^{1,8}(r')^{1,8} dr}{1 + \frac{4V^2}{\pi^2 R^6}}}, \\ R' = \sqrt{\frac{\left(\frac{gV}{\pi R^2 R_0^2} - \frac{2\pi\sigma}{\rho V} \right) (R^2 - R_0^2) - \frac{0,0582\pi\nu^{0,2}}{V} \int_{R_0}^R r^{1,8}(r')^{1,8} dr}{1 + \frac{4V^2}{\pi^2 R^6}}}. \end{aligned} \quad (12)$$

Уравнение (12) является интегро-дифференциальным уравнением относительно радиуса разлива $R(t)$, решение которого может быть найдено численными методами.

Список литературы

1. Козлитин А.М. Количественный анализ риска возможных разливов нефти и нефтепродуктов / А.М. Козлитин, А.И. Попов, П.А. Козлитин // Управление промышленной и экологической безопасностью производственных объектов на основе риска. – Саратов: СГТУ, 2005. – С. 135-160.

ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОГРЕВА ОГНЕЗАЩИЩЕННЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВИРТУАЛЬНЫХ ПОЖАРАХ

**Зайцев А.М., к.т.н., доцент, Колодяжный С.А., к.т.н., доцент
Черных Д.С., аспирант
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж**

Для исследования прогрева облицованных стальных конструкций при виртуальных пожарах предлагается математическая постановка задачи и ее аналитическое решение. Такие конструкции с теплотехнической точки зрения можно представить в виде двухслойной пластины. Задача о прогреве теплоизолированной металлической пластины сводится к нахождению нестационарного температурного поля теплоизоляционного слоя. При этом прогрев металлического слоя (учитывая идеальный контакт слоев) полностью характеризуется температурным режимом плоскости соприкосновения слоев ($x=0$).

Таким образом, аналитическую зависимость, характеризующую прогрев металлического слоя, можно получить исходя из решения следующей системы уравнений для теплоизоляционного слоя

$$\begin{aligned} \frac{\partial t}{\partial \tau} &= a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \\ t(x, 0) &= t_0 \\ c_M \gamma_M \delta_M \left. \frac{\partial t}{\partial \tau} \right|_{x=0} &= -\lambda \left. \frac{\partial t}{\partial x} \right|_{x=0} \\ t(x, \tau) \Big|_{x=\delta} &= f(\tau) \end{aligned} \quad (1)$$

При этом принято, что начальная температура двухслойной пластины равномерна и равна t_0 . Тепловой поток, проходящий через слой теплоизоляции, соответствует увеличению теплосодержания металлического слоя. Температура поверхности теплоизоляционного слоя со стороны огневого воздействия - произвольная функция времени $f(\tau)$; индекс m обозначает принадлежность к металлическому слою.

Решение системы уравнений (1) приводится в [1] и для случая ($x=0$) может быть представлено в виде формулы:

$$\Theta_2 = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \left\{ 1 + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(\mu_n^2 F_0)^m}{(\ln \tau + 6,17) m \cdot m!} \right\} \cdot \exp(-\mu_n^2 F_0), \quad (2)$$

$$\text{где: } \Theta = (t_{\psi}(\tau) - t_M(\tau)) / (t_{\psi}(\tau) - t_0).$$

(3)

$$A_n = \frac{2 \sin \mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n}, \quad (4)$$

$$\mu_n - \text{корни характеристического уравнения: } ctg\mu = \frac{\mu}{N} \quad (5)$$

Следует отметить, что уравнение (2) выражено в обобщенных переменных. Правая часть уравнения табулирована и представлена в виде номограммы (рис. 1), что значительно упрощает практическое применение полученных результатов. При проведении расчетов значение функции $(\ln\tau+6,17)$ усреднялось в интервале от 0,33 до 4 часов.

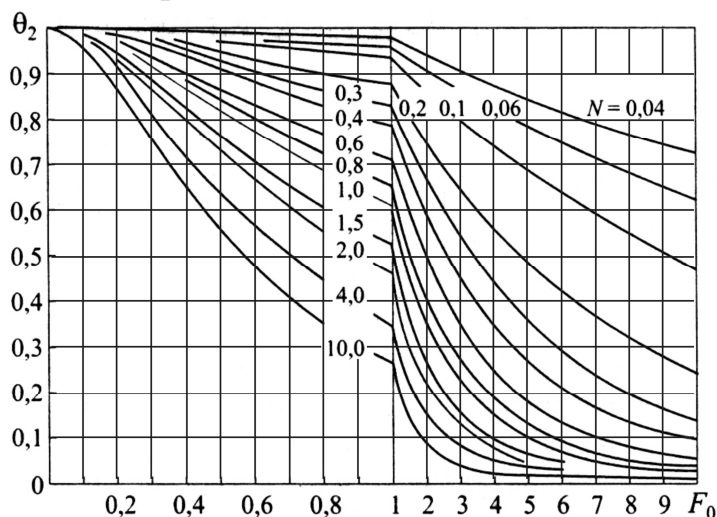


Рис. 1. Изменение относительной избыточной температуры в огнезащищенной металлической конструкции при изменении температуры пожара пропорционально стандартной кривой

В результате, расчет прогрева огнезащищенных металлических конструкций производится по формуле

$$t_M(\tau) = t_{пов}(\tau) - \theta(t_{пов}(\tau) - t_0), \quad (6)$$

где: $t_{пов}(\tau)$ — температура обогреваемой поверхности огнезащитного слоя. Температура обогреваемой поверхности конструкций при стандартном пожаре определяется разработанной А.И. Яковлевым формулой:

$$t_{пов}(\tau) = 1250 - (1250 - t_0) \operatorname{erf} \frac{k}{2\sqrt{\tau}}, \quad (7)$$

которая, для практических расчетов представлена нами в графическом виде на рис. 2.

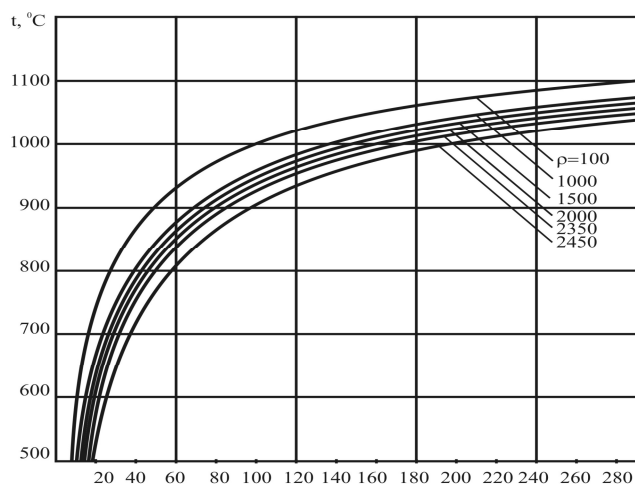


Рис.2. Изменение температуры поверхности конструкций из материалов с различной плотностью при стандартном пожаре

Если при реальных пожарах конструкция находится в зоне высокоинтенсивного температурного воздействия, то в этом случае температура поверхности огнезащитного слоя может сразу принять максимальное значение. Для этого случая, из уравнения (2), получим следующую формулу

$$\frac{t_M(F_0) - t_0}{t_{B,max} - t_0} = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} A_n \exp(-\mu_n^2 F_0). \quad (8)$$

Отметим, что уравнение (8) выражено в обобщенных переменных, легко исследуется методами математического анализа. Для упрощения процесса расчета прогрева стального стержня при экстремальных пожарах (и определения предела огнестойкости) правая часть уравнения (8) табулирована и представлена в виде номограммы, на рис. 3. В результате расчет прогрева стального стержня производится по формуле (9)

$$t_M(\tau) = t_{B,max} - \theta(t_{B,max} - t_0), \quad (9)$$

где: $t_{B,max}$ – максимальная температура пожара; θ – называется относительной избыточной температурой стального стержня и определяется по номограмме, представленной на рис. 3.

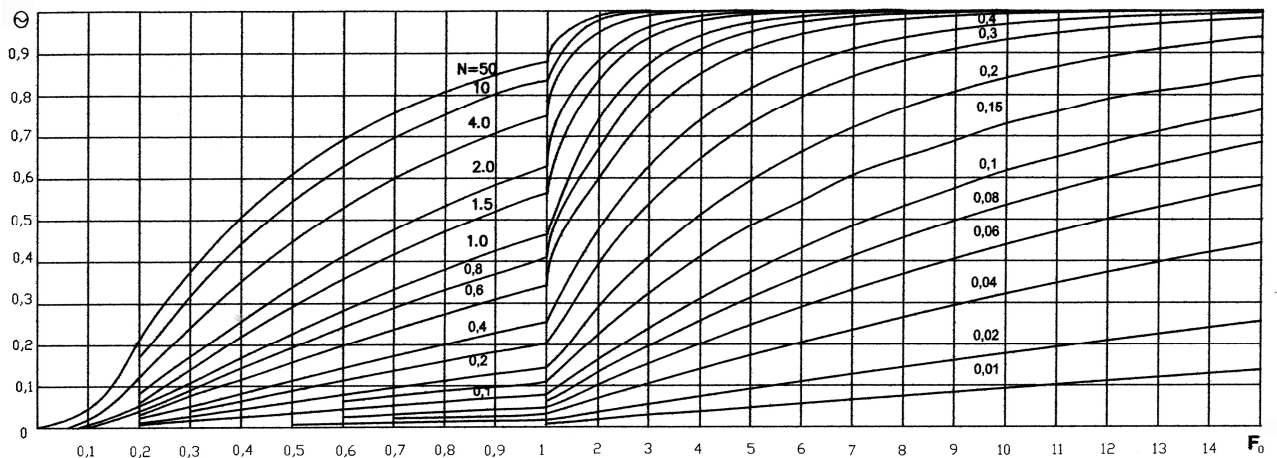


Рис. 3. Изменение относительной избыточной температуры в огнезащищенной металлической конструкции при экстремальном пожаре

Расхождение результатов расчета прогрева огнезащищенных стальных конструкций произведенных с применением разработанных методик, не превышает 10% от результатов расчета, произведенных конечно-разностным методом [2]. Оценка точности разработанных методик представлена в следующей статье.

Список литературы

1. Зайцев А.М. Крикунов Г.Н., Яковлев А.И. Расчет огнестойкости элементов строительных конструкций. – Воронеж. Изд-во ВГУ, 1982. – 116 с.

2. Инструкция по расчету фактических пределов огнестойкости железобетонных конструкций на основе применения ЭВМ. – М.: ВНИИПО, 1975. – 222 с.

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДИК РАСЧЕТА ПРОГРЕВА ОГНЕЗАЩИЩЕННЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВИРТУАЛЬНЫХ ПОЖАРАХ

**Зайцев А.М., к.т.н., доцент, Колодяжный С.А., к.т.н., доцент
Черных Д.С., аспирант
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж**

Входящие в номограммы (рис. 1 и рис. 3) (см. предыдущую статью), значения параметров определяются по следующим формулам:

$$F_0 = \frac{a_{\text{пр}} \tau}{\delta_0^2}, \quad (10) \quad N = \frac{(c_{\text{ср}} + 0,05w)w_c \delta_0}{c_{\text{ср,м}} \rho_{\text{м}} \delta_{x(y),\text{м}}}, \quad (11)$$

$$a = \frac{3,6 \lambda_{\text{ср}}}{(c_{\text{ср}} + 0,05w) \rho_{\text{с}}}, \quad \rho_{\text{с}} = \frac{100 \rho_{\text{в}}}{100 + w}, \quad (12, 13)$$

где: δ_0 - толщина теплоизоляционного слоя, м; $a_{\text{пр}}$ - приведенный средний коэффициент температуропроводности теплоизоляционного слоя, м²/ч; $\rho_{\text{с}}$ и $\rho_{\text{в}}$ – плотность сухого и влажного материала теплоизоляционного слоя, кг/м³; w – массовая влажность сухого материала, %; $\lambda_{\text{ср}}$ – средний коэффициент теплопроводности сухого материала, Вт/(м·К); $c_{\text{ср}}$ – средний коэффициент удельной теплоемкости сухого материала, кДж/(кг·К).

Для условий температурного режима стандартного пожара, значения коэффициентов теплофизических характеристик материалов принимаются при следующих температурах: для стали – 250 °С, для огнезащитных материалов -450 °С – при стандартном пожаре и как среднеарифметическое значение между максимальной температурой поверхности при реальном пожаре и критическим значением температуры стали.

Приведенная толщина стального стержня вычисляется по формулам, представленным в [1].

Расчет прогрева огнезащитного стального стержня в условиях огневого воздействия производится в следующей последовательности:

1. Определяются теплофизические характеристики материалов.
2. По формулам [1] определяется значение $\delta_{x(y),\text{м}}$.
3. По формуле (11) рассчитывается значение параметра N .
4. По формуле (10) для исследуемого момента времени рассчитывается значение безразмерного времени F_0^* .
5. По рис. 2 для выбранного момента времени и в соответствии с плотностью материала огнезащитного слоя определяется значение $t_{\text{пов}}(\tau^*)$; для экстремального температурного режима пожара, температура поверхности принимается равной максимальной температуре пожара.

6. По рис. 1. и рис. 3 для полученных значений N и F_0^* определяется значение относительной избыточной температуры - θ .

7. По формулам (6) и (9) определяется значение t_M (τ^*).

Расчет по п.п. 3-7 выполняется до момента времени, когда температура стального стержня достигнет критического значения ($t_{кр}$).

Оценка погрешности предложенных методик расчета прогрева огнезащищенных стальных конструкций производилась путем сравнения с результатами стандартных огневых испытаний.

На рис. 4. представлены расчетные и опытные кривые прогрева стальных колонн с различными огнезащитными покрытиями.

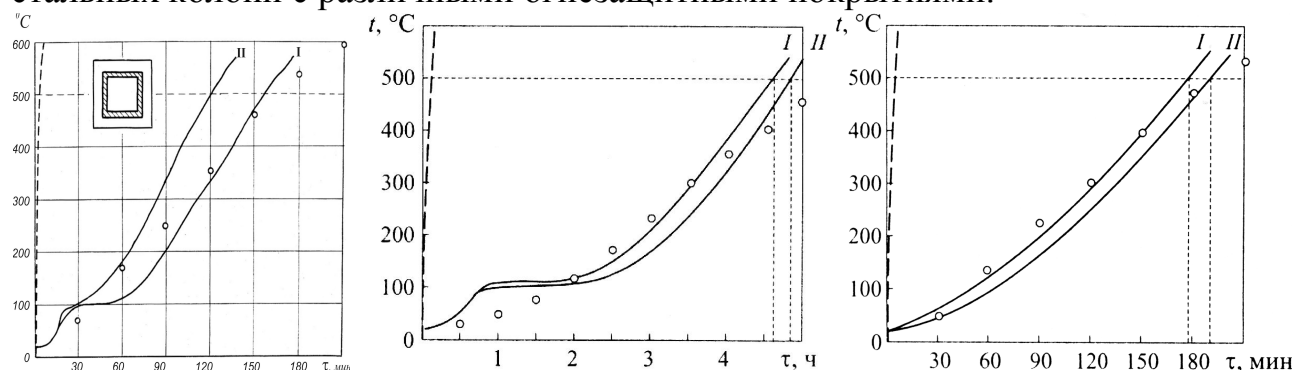


Рис. 4. Кривые прогрева стальных колонн коробчатого сечения ($200 \times 200 \times 16$ мм), с огнезащитой: а) напыляемым покрытием ОПФ-ММ толщиной 47 мм: I, II – номера образцов колонн (второй образец перед испытанием имел повреждения); б) напыляемым покрытием «Фоум-Коут» при толщине покрытия: I – 68 мм; II – 74 мм; в) напыляемым покрытием «Спрейкрафт» (СЩА) с толщиной слоя покрытия: I – 52 мм и II - 54 мм, полученными во ВНИИПО [2]: – опытные кривые; $\circ\circ\circ\circ\circ\circ$ – расчетные кривые.

Максимальное расхождение результатов расчета (время достижения металлическим стержнем критической температуры) для различных типов огнезащитных покрытий по предлагаемой методике, с результатами стандартных испытаний, находится в пределах 20 мин от начала огневого воздействия и не превышает 10 %.

Проведенные нами исследования по прогреву строительных конструкций при реальных пожарах, отличных от температурного режима стандартного пожара, показывают, что фактор развития температуры пожара играет большое значение при определении требуемых пределов огнестойкости конструкций. При этом важно учитывать как загрузку помещений горючими материалами, так и возможные сценарии развития температурного режима пожара. С этой целью на основе разработанной методики были произведены расчеты предела огнестойкости стальных конструкций с различными типами огнезащитных покрытий 1) для температурного режима стандартного пожара, и 2) для случая, когда огнезащищенные конструкции подвергаются экстремальному воздействию пламени углеводородного топлива с температурой горения равной 1100 °С. При этом принимались жесткие условия теплообмена т. е. температура поверхности конструкции равняется температуре горения топлива. На основе проведенных примеров расчета для двух предложенных вариантов возможных сценариев развития пожаров и условий теплообмена при пожаре

получено, что предел огнестойкости огнезащищенных стальных конструкций при экстремальных пожарах значительно снижается по сравнению с температурным режимом стандартного пожара (от 20% до 57% и даже более 200%). Поэтому при проектировании зданий и сооружений, где используются ЛВЖ и горючие газы, фактический предел огнестойкости строительных конструкций необходимо рассчитывать с учетом возможных взрывов и последующих экстремальных температурных режимах пожаров.

Пример прогрева огнезащищенных стальных конструкций при экстремальном огневом воздействии.



Рис. 5. Пожар в башнях ВТЦ во время теракта 11 сентября 2001 г. в Нью-Йорке

В случаях, когда пожар начинается со взрывов ЛВЖ и газов, строительные конструкции оказываются в зоне очага пожара и практически сразу подвергаются воздействию максимальной температуры горения. Характерным примером такого случая является пожар в башнях ВТЦ во время теракта 11 сентября 2001 г. в Нью-Йорке (рис. 5), после проведения террористического акта, когда после динамического удара самолетов в башни и последовавших затем взрывов, температура пожара сразу приняла температуру горения авиационного топлива равную 1100°C . При этом здания небоскребов сохранили состояние устойчивости после динамических ударов самолетов и последовавших затем взрывов авиационного топлива. Последовавшие затем пожары явились причиной наступления предела огнестойкости несущих колонн и наружной оболочки башен. Аналогичные сценарии развития пожара могут возникнуть при авариях технологического оборудования на предприятиях, где в процессе производства используются легковоспламеняющиеся жидкости и газы.

Список литературы

1. Яковлев А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. - М.: Стройиздат, 1988.-143 с.

2. Провести исследования по определению фактических пределов огнестойкости несущих металлических конструкций зданий, огнезащищенных различными новыми эффективными материалами». Отчет по теме 11.03.Н.001.78 за 1979-80г.г. Руководитель работы Яковлев А.И. Инв. №Б865630.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ РЕСУРСОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

**Игнатов Д.Г., преподаватель
Воронежский институт МВД России, г. Воронеж**

Применение методов теории массового обслуживания для оптимизации запросов в базах данных.

На современном этапе развития научно-технического прогресса информационная его составляющая занимает все более значимую роль. Информационные технологии проникли во все сферы жизни общества, накопленные данные концентрируются в огромных базах и хранилищах. Чем объемнее база данных, чем сложнее ее структура, тем более затруднительным становится процесс извлечения данных. Необходимо увеличение либо временных, либо технических ресурсов, что в различных конкретных ситуациях может быть достаточно критично.

Практически в каждом компьютерном приложении существуют инициаторы запросов, обращающиеся с определенными требованиями к базам данных, а также поставщики информации, реализующие в процессе своей работы ответы на такие запросы. Анализ производительности таких приложений заключается в определении отношений между поставщиками и потребителями, в особенности в условиях острой конкуренции за совместно используемые ресурсы.

Большинство отношений между поставщиками и потребителями информации, можно достаточно точно описать с помощью совокупности математических методов и моделей, которые получили название теории массового обслуживания. Методы теории массового обслуживания базируются на расчетах, реализующих практические задачи, связанные с реальными ситуациями, в которых имеется налицо выполнение последовательности однородных операций, случайных по длительности и времени начала.

Предметом теории массового обслуживания является установление зависимости между эффективностью функционирования системы массового обслуживания и факторами, определяющими ее функциональные возможности.

Применительно к базам данных процесс массового обслуживания рационально использовать при возникновении у потребителя потребности

выделения ему некоторого ресурса, который в данный момент занят обслуживанием другого запроса. Существует множество разнообразных способов распределения ресурсов.

При моделировании процессов массового обслуживания в базах данных очереди запросов на выделение ресурсов возникают следующим образом. Запрос, поступивший в обслуживающую систему, присоединяется к очереди ранее поступивших запросов. Обслуживающий канал определяет необходимый запрос из находящихся в очереди, и приступает к его обслуживанию. После реализации обслуживания данного запроса обслуживающий канал приступает к обработке следующего, при его наличии в блоке ожидания.

В качестве основных компонентов такой системы массового обслуживания можно выделить:

- входной поток поступающих запросов на обслуживание;
- дисциплина очереди;
- механизм обслуживания.

При определении последовательности моментов поступления запросов на обслуживание в процессе описания входного потока необходимо задать вероятностный закон, а также указать количество запросов в каждом поступлении. Так как могут поступать не только единичные запросы, но и групповые, то необходимо рассматривать вероятностное распределение моментов поступления запросов.

Еще одним важным компонентом системы массового обслуживания баз данных является дисциплина очереди, которая регламентирует порядок поступления запросов из очереди на вход системы обслуживания. Наиболее распространены следующие правила дисциплины очереди:

- первым пришел - первый обслуживаешься;
- пришел последним - обслуживаешься первым;
- случайный отбор запросов;
- отбор запросов по критерию приоритетности;
- ограничение времени ожидания обслуживания запроса.

Характеристики процедуры, а также структура системы обслуживания определяют третий компонент системы массового обслуживания баз данных - механизм обслуживания. К характеристикам процедуры обработки запроса можно отнести продолжительность данной процедуры и количество запросов, реализуемых в результате выполнения каждой такой процедуры. Для аналитического описания характеристик процедуры обработки запроса следует ввести понятие «вероятностное распределение времени обработки запросов». Время, затрачиваемое для выполнения обработки запроса, будет зависеть от характера самого запроса или требований клиента, а также от состояния и возможностей системы обслуживания.

Структура системы обслуживания будет определяться количеством и взаимным расположением каналов обслуживания, которыми, применительно к базам данных, выступают компоненты системы управления базами данных и различные клиентские приложения. Как

правило, обслуживающие системы имеют несколько каналов обслуживания, а, следовательно, имеют возможность обрабатывать одновременно несколько запросов. Если при этом реализуется один и тот же механизм обслуживания, то имеет место параллельное обслуживание.

Если обслуживающая система структурно состоит из нескольких разнотипных каналов обслуживания, через которые проходит каждый реализуемый запрос, то процедура обработки запросов является последовательной.

При анализе основных составляющих подобной системы массового обслуживания баз данных, можно выделить несколько основных факторов, определяющих возможности данной системы:

- вероятностное распределение моментов поступления запросов;
- вероятностное распределение времени обработки запросов;
- конфигурация обслуживающей системы;
- количество и производительность каналов обслуживания;
- дисциплина очереди;
- производительность инициатора запросов.

При реализации оптимизации производительности баз данных в качестве основных критериев эффективности функционирования систем массового обслуживания можно выделить:

- вероятность немедленной обработки поступившего запроса;
- вероятность отказа в обработке поступившего запроса;
- относительная и абсолютная пропускная способность системы массового обслуживания;
- средний процент запросов, получивших отказ в обработке;
- среднее время ожидания запроса в очереди;
- средняя длина очереди;
- средний доход от функционирования системы в единицу времени.

Вне зависимости от процессов, происходящих при работе систем массового обслуживания, выделяют системы с отказами, где запрос, поступивший в систему в момент занятости каналов, получает отказ и исключается из очереди, а также системы с ожиданием, в которых запрос, помещается в очередь и ожидает освобождения одного из каналов. Чаще всего системы массового обслуживания выступают в качестве смешанных систем.

Список литературы

1. Миллсап К., Хольт Д. Oracle. Оптимизация производительности. [Текст] / К. Миллсап, Д. Хольт. - Перевод с английского - СПб: Символ-Плюс, 2006. - 464 с.
2. Ивченко Г.И. Теория массового обслуживания. Изд.2, испр. и доп. [Текст] / Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н. – М.: Наука, 2012. - 299 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА С УЧЕТОМ ДЕЙСТВИЙ ДОБРОВОЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ

Колодяжный С.А., к.т.н., доцент,
Однолько А.А., к.т.н., доцент
Ситников И.В.,
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж

Оценка величины пожарного риска осуществляется, в частности, посредством моделирование движения эвакуационных потоков (ДЭП) и динамики опасных факторов пожара (ОФП) [1, 2]. Реализация федерального закона «О добровольной пожарной охране» вступившего в силу 22 мая 2011 года [3] ставит ряд задач по формированию добровольных пожарных команд (ДПК) и дружин (ДПД) на объектах защиты. В настоящее время, действия по тушению пожаров и спасению людей объектовыми добровольными пожарными формированиями не отражены в математическом моделировании ДЭП и ОФП.

В работе приводится теоретическое исследование влияния функционирования ДПД и ДПК Воронежского государственного архитектурно-строительного университета (Воронежского ГАСУ) на величину пожарного риска объектов учебно-лабораторных корпусов и студенческого городка. Целью данной работы является разработка зависимостей, позволяющих учитывать прибытие первоочередных мобильных сил и средств ДПД и ДПК в рамках моделирования динамики ОФП.

Математическая модель является оптимизационной и предназначена для определения оптимальных мест дислокации ДПД и ДПК, что позволит максимально снизить величину пожарного риска объекта защиты. В качестве исходных данных [4] принимаются:

- геометрические характеристики помещения с проемами;
- начальные параметры газовой среды в помещении;
- физико-химические характеристики пожарной нагрузки;
- время с момента начала пожара до его локализации силами и средствами добровольной пожарной команды.

Концептуальная постановка задачи моделирование динамики ОФП с учетом работы добровольной пожарной команды заключается в описании термогазодинамических процессов в соответствии с фундаментальными законами природы: закона сохранения массы и энергии.

В работе приняты следующие допущения:

- объект моделирования есть идеальный газ;
- в начальной стадии пожара проемы работают только на выталкивание продуктов горения, поступление наружного воздуха не рассматривается;

- удельная скорость газификации горючего вещества есть величина постоянная и принимает максимальное значение;
- количество первоочередных сил и средств ДПД и ДПК, направленных на тушение пожара, является достаточным.

В качестве формальной модели системы термогазодинамических процессов при пожаре в работе предложена модель «белого ящика» [6], граф структурной схемы которой рассмотрен на рисунке.

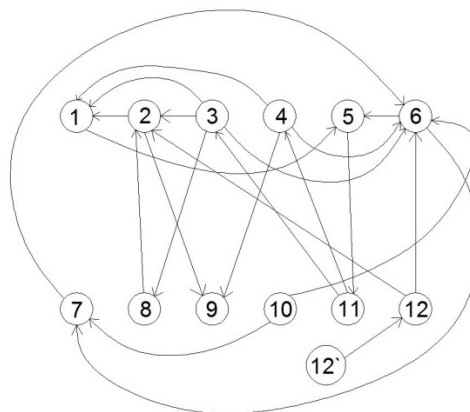


Рисунок – граф структурной схемы системы термогазодинамических процессов при пожаре

1 – среднеобъемная плотность газовой среды; 2 – скорость газификации; 3 – массовый расход приточного воздуха; 4 – массовый расход продуктов горения; 5 – среднеобъемное давление газовой среды; 6 – среднемассовая температура газовой среды; 7 – тепловой поток в ограждающие конструкции; 8 – среднеобъемная парциальная плотность кислорода; 9 – среднеобъемная парциальная плотность токсичных газов; 10 – среднеобъемная оптическая плотность газовой среды; 11 – координата плоскости равных давлений; 12 – изменение площади пожара; 12' – действия ДПД и ДПК, направленные на тушение пожара.

Таким образом, разработанная математическая модель позволяет определять требуемое время эвакуации с учетом действий ДПД и ДПК, направленные на тушение пожара. В работе представлена многоуровневая структурная схема термогазодинамических процессов пожара, которая позволяет рассматривать исследуемый объект как совокупность отдельных элементов. Следовательно, для дальнейшего совершенствования методики определения пожарного риска с учетом функционирования ДПД и ДПК целесообразно внедрять методы системного анализа.

Список литературы

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. Режим доступа [http://www.consultant.ru/document / cons_doc_LAW_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/), дата обращения 10.04.2012.
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 // ФГУ ВНИИПО МЧС России. – 71 с.

3. Федеральный закон от 22 мая 2011 г. № 100-ФЗ «О добровольной пожарной охране» [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.mchs.gov.ru/rc/activity/?ID=640471&rc_id=moscow, дата обращения 10.09.2012.

4. Ашихмин, В.Н. Введение в математическое моделирование: Учебн. Пособие / В.Н. Ашихмин, М.Б. Гитман, И.Э. Келлер и др. Под ред. П.В. Трусова. – М.: Логос, 2005. – 440 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕПЛОВОЙ ДЕПРЕССИИ ПРИ ПОЖАРЕ В ТОННЕЛЕ

Колодяжный С.А., к.т.н, доцент
Переславцева И.И., Леонтьев С.Н.,
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж

В условиях тоннелей метрополитена, погрешность расчетных зависимостей, во многом зависит от правильности формирования расчетных схем вентиляционных соединений на основе общей схемы вентиляции тоннелей метрополитена (рис. 1). В этой связи, расчетные зависимости для определения критических параметров тоннелей, представлены, в общем виде, позволяющем учитывать многообразие схем вентиляционных соединений перегонов, различные условия их формирования, возможное место возникновения пожара и предполагаемое направление дымоудаления. Расчетные схемы вентиляционных соединений перегонов ориентируются относительно станционных вентиляторных установок, т.е. представляются в виде сложного параллельного соединения, в котором станционная вентиляторная установка представляется ветвью, расположенной последовательно с этим соединением [1,2].

В общем случае величина критической депрессии тоннеля определяется по расчетной схеме (рис. 2а, б) по следующей формуле:

$$h_{кр} = \left(k_c \frac{\sum Q_t}{\sqrt{k_n + 1}} \right)^2 \left[r_b + \frac{r_d}{\left(1 + \sqrt{\frac{r_d + r_i}{r_j}} \right)^2} \right] \quad (1)$$

где $h_{кр}$ – критическая депрессия аварийного тоннеля, даПа;

$\sum Q_t$ - суммарный расход воздуха в тоннелях, при одиночной работе станционной вентиляторной установки (оба вентилятора работают на вытяжку), м³/с;

k_c - коэффициент, учитывающий влияние совместной (при аварийном режиме работы системы тоннельной вентиляции) работы вентиляторных установок на критические параметры тоннеля;

K_{α} - коэффициент, учитывающий изменение распределения воздуха в тоннелях перегонов, после остановки вентиляционной струи в аварийном тоннеле;

r_b - сопротивление тоннеля, параллельного аварийному тоннелю, $\text{Нс}^2/\text{м}^8$;

r_d - сопротивление перехода между аварийным и параллельными тоннелями (в том случае, когда его можно определить), $\text{Нс}^2/\text{м}^8$;

r_i, r_j - сопротивления тоннелей, связанных с аварийным тоннелем, $\text{Нс}^2/\text{м}^8$.

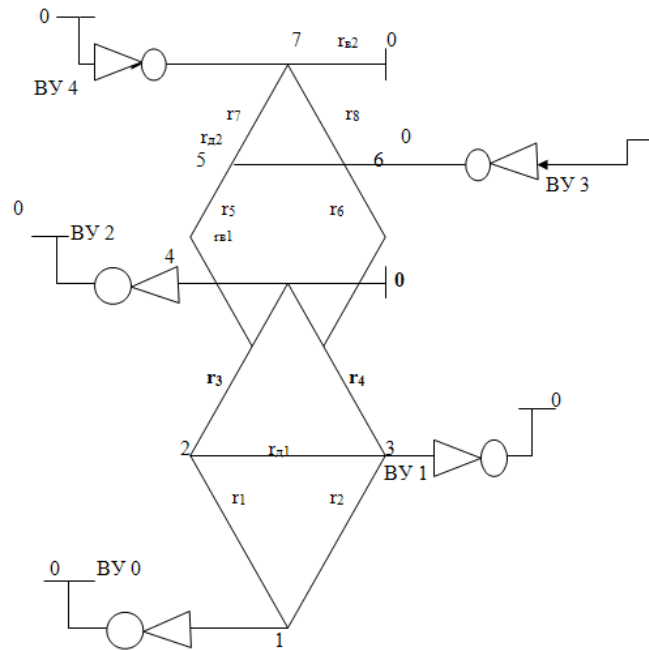


Рис. 1. Схема вентиляционных соединений перегонов метрополитена

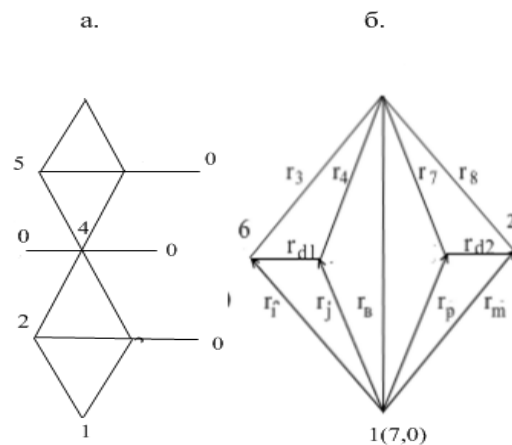


Рис. 2. Расчетные схемы вентиляционных соединений тоннелей метрополитена

Величина K_e определяется из соотношения

$$k_c = q_{ca}/q_c, \quad (2)$$

где q_{ca} и q_c , соответственно, расходы воздуха, измеренные в тоннелях при работе системы тоннельной вентиляции в аварийном режиме и при работе стационарной вентиляторной установки, м³/с.

Величину коэффициента определяет соотношение

$$k_n = (r_c + r_{n1}) \left(\frac{1}{\sqrt{r_\varepsilon}} + \frac{1}{\sqrt{r_{n2} + r_{n3}}} \right)^2, \quad (3)$$

где r_c – сопротивление аварийного тоннеля, Нс²/м⁸;

r_ε - сопротивление входов (включая эскалаторные ходки) в метрополитен, Нс²/м⁸;

r_{n1} – сопротивление параллельного соединения из ветвей r_i и $r_j + r_d$, представляющих собой тоннели и переход, соединяющий их у перегонной шахты (см. рис. 2, участок 1-2-3), Нс²/м⁸;

r_{n2}, r_{n3} - сопротивления параллельных соединений, составленных из тоннелей перегона, лежащего с другой стороны станции (участок 1-6-4), Нс²/м⁸;

При восходящем проветривании критическая тепловая депрессия пожара (тепловая депрессия пожара, при которой возможно опрокидывание вентиляционной струи в параллельном тоннеле) определится, в общем виде, из выражения (4):

$$h_{крс} = \left(k_c - \frac{\sum q_i}{\sqrt{k_{vc} + 1}} \right) [r_c + r_{n0}], \quad (4)$$

где k_{vc} – коэффициент, учитывающий распределение воздуха в тоннелях перегона, при остановке вентиляционной струи в тоннеле, параллельном аварийному;

r_{n0} - сопротивление поезда, остановленного в аварийном тоннеле, Нс²/м⁸.

При исключении из расчетной схемы ветви, моделирующей переход между тоннелями, сопротивление аварийного тоннеля рассчитывается как эквивалентное ($r_{cэ}$).

Коэффициент k_c определяется как отношение расходов воздуха в тоннелях перегона при работе системы тоннельной вентиляции в аварийном режиме и при одиночной работе стационарной вентиляторной установки.

Величина k_v определяется из выражения

$$k_{\text{в}} = r_{\text{н1}} \left(\frac{1}{\sqrt{r_{\text{с}}}} + \frac{1}{\sqrt{r_{\text{н2}} + r_{\text{н4}}}} \right)^2. \quad (5)$$

где $r_{\text{н1}}$ – сопротивление параллельного соединения тоннелей, соединенных последовательно с аварийным и параллельным ему тоннелями (см. рис. 2б, участок 1-2), $\text{Нс}^2/\text{м}^8$.

Список литературы

1. Беляцкий В.П. Противопожарная защита и тушение пожаров подземных сооружений / В.П. Беляцкий, В.Ф. Бондарев. - М.: ВНИИПО, 1983. - 32 с.
2. Потапов Ю.Б. Разработка математической модели распространения дымовых газов в начальной стадии пожара / Ю.Б. Потапов, К.Н. Сотникова, К.А. Скляр, С.А. Кончаков // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. - 2011. – № 1 (21). - С. 136-143.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ГАЗО-ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ ТОННЕЛЯ ПРИ ГОРЕНИИ ДВИЖУЩЕГОСЯ СОСТАВА В МЕТРОПОЛИТЕНЕ

**Колодяжный С.А., к.т.н., доцент
Сотникова К.Н., к.т.н., доцент,
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж**

Статистика пожаров в метрополитенах свидетельствует, что около 75% пожаров возникает в подвижном составе и в половине всех случаев горящий поезд останавливается в тоннеле. Учитывая, что при пожарах в метрополитенах возникает угроза для жизни нескольких тысяч людей, можно считать такие аварии наиболее сложными и опасными по своим последствиям.

Нами исследовались процессы теплопереноса в газовой среде перегонного тоннеля при пожаре подвижного состава и его внезапной остановки, когда первоочередной задачей является обеспечение безопасного вывода людей из вагонов на станцию. В этот период тепловые факторы пожара (ТФП): тепловые источники тяги и тепловое сопротивление – создают угрозу опрокидывания вентиляционной струи и появления пожарных газов и дыма на маршрутах эвакуации.

Для достижения цели исследований, на основании дифференциальных уравнений теплопереноса в сплошных средах, производилось построение математической модели взаимодействия воздушных и тепловых потоков.

С учетом незначительного изменения газовой постоянной, в пределах температуры при пожаре, уравнение состояния воздуха принято в виде

$$\rho T = \rho_0 T_0, \quad (1)$$

где T – средняя в сечении потока температура, К;

ρ_0 – плотность воздуха при нормальных условиях, кг/м³;

T_0 – температура воздуха до возникновения пожара, К.

Условие (1) означает термическую деформируемость воздуха. В гидродинамическом смысле, он считается несжимаемой и неразрывной средой, что моделируется уравнением

$$\rho u = \rho_0 u_0, \quad (2)$$

где u_0 – скорость в сечении на входе воздушного потока в тоннель.

В соответствии с (1) и (2)

$$\rho = \frac{T_0}{T} \rho_0; u = \frac{T}{T_0} u_0. \quad (3)$$

Воздушный поток, в математической формулировке, представляется дифференциальным уравнением установившегося движения несжимаемого, термически деформируемого газа вида [1]:

$$-\frac{d\rho}{dx} + \rho u \frac{du}{dx} = \lambda_{\text{тп}} \frac{\rho u^2}{2d} + \rho g (\sin \beta + \delta \cos \beta), \quad (4)$$

где ρ – давление в потоке, Па;

$\lambda_{\text{тп}}$ – безразмерный коэффициент трения, связанный с коэффициентом аэродинамического сопротивления $\alpha_{\text{тп}}$, кг·с²/м⁴, используемым в рудничной аэрологии, соотношением

$$\alpha_{\text{тп}} = \frac{1}{8} \lambda_{\text{тп}} \rho_0 g, \quad (5)$$

g - модуль вектора гравитационных сил, м/с²;

$\delta = d/2$ - условная длина пути движения рециркулирующих потоков в направлении y , м.

В уравнении (4) гравитационные силы представлены двумя составляющими на направления движения вдоль и поперек потока. Первая составляющая обусловлена глобальным различием между плотностью воздуха в тоннеле и окружающем его пространстве, и определяет тепловую депрессию пожара $h_{\text{т}}$, Па, воздействующую на поток в целом. Вторая формируется ввиду локального различия между плотностью воздуха в очаге пожара и на границах тоннеля, она определяет конвективную депрессию $h_{\text{к}}$, Па, вызывающую рециркуляцию потоков в контурах вентиляционной сети.

На границах тоннеля принимается

$$\rho(x_1) = \rho(x_3) = \rho_0; u(x_1) = u(x_3) = u_0; Q(x_1) = Q(x_3) = Q_0, \quad (6)$$

где x_1, x_3 - сечения тоннеля.

Путем интегрирования (4) с учетом (5)-(6), находится суммарная депрессия h_{Σ} , Па, контура ветвей, по которым проходит основной поток

$$\frac{T_{\text{ср}}}{T_0} (R_1 + R_M) (Q_0 + Q_2)^2 + \frac{T_{\text{ср}}}{T_0} R_3 (Q_0 + Q_4 + Q_{\text{пр}})^2 - \rho_0 \left(1 - \frac{T_{\text{ср}}}{T_0}\right) g (\Delta z + 2\Delta\delta) = h_{\text{кр}} - b (Q_0 + Q_{\text{пр}})^2, \quad (7)$$

где $T_{\text{ср}} = \frac{1}{L_1} \int_{x_1}^{x_2} T dx$ – средняя температура потока, К;

R_1 , и R_3 – аэродинамические сопротивления, кг/м⁷;

$\Delta z = \theta L$ - высота столба воздуха в тоннеле, м;

$\theta = (z_1 - z_3) / 1000$ – уклон тоннеля, ‰;

R_M – местное аэродинамическое сопротивление, создаваемое поездом, кг/м⁷;

$Q_{\text{пр}}$ – объемный расход продуктов горения, м³/с;

b - параметр приведенной характеристики вентилятора вида $h_{\text{пр}} = h_{\text{кр}} - bQ^2$, Н с²/м⁸;

$h_{\text{кр}}$ - теплопроводность массива крепи, Вт/(м·К)

z_1 и z_3 - высотные отметки начального и конечного сечений тоннеля соответственно, м;

$\Delta\delta = \sqrt{1 - \theta^2} \delta$ - высота столба воздуха рециркулирующих потоков, м.

Тепловая конвективная депрессия основного потока тоннеля, в соответствии с (7), равны

$$h_{\text{т}} = -\rho_0 \left(1 - \frac{T_{\text{ср}}}{T_0}\right) g \Delta z, \quad h_{\text{к}} = \rho_0 \left(1 - \frac{T_{\text{ср}}}{T_0}\right) g \Delta\delta, \quad (8)$$

а суммарная депрессия сил инерции вдоль рассматриваемого контура равна нулю.

Величина

$$h_{\text{к}} = \frac{T_{\text{ср}}}{T_0}, \quad (9)$$

характеризует степень изменения аэродинамического сопротивления стенок тоннеля потоку за счет его нагревания.

Выражения для депрессии отдельных ветвей определяются аналогично контурной [2]:

$$h = k_{\text{т}} R Q^2 \pm \frac{\rho_0}{L S^2} \left(\frac{T_{\text{ср}}}{T_0} - 1\right) Q^2 - \rho_0 \left(\frac{T_0}{T_{\text{ср}}} - 1\right) g \Delta\delta, \quad (10)$$

где $k_{\text{т}}$ - коэффициент теплового сопротивления, а все переменные относятся к отдельным потокам 1... 7 и для каждого из них различны. Выражением

$$h_{\text{н}} = \mp \frac{\rho_0}{L S^2} \left(\frac{T_{\text{ср}}}{T_0} - 1\right) Q^2, \quad (11)$$

Таким образом, относительно неизвестных Q и T имеется система уравнений (7), (10), с краевыми условиями (1, 2), представляющих собой математическую модель взаимодействия воздушных и тепловых потоков при пожаре в тоннеле метрополитена.

Список литературы

1. Власов, С.Н. Аварийные ситуации при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей и метрополитенов / С.Н. Власов, Л.В. Маковский, В.Е. Меркин. - М.: ТИМР, 1997. - 183 с.
2. Беляцкий, В.П. Противопожарная защита и тушение пожаров подземных сооружений / В.П. Беляцкий, В.Ф. Бондарев. - М.: ВНИИПО, 1983. - 32 с.
3. Потапов, Ю.Б. Разработка математической модели распространения дымовых газов в начальной стадии пожара / Ю.Б. Потапов, К.Н. Сотникова, К.А. Скляр, С.А. Кончаков // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. - 2011. – № 1 (21). - С. 136-143.
4. Сушко, Е.А. Разработка методики расчета рациональных режимов систем вентиляции производственных помещений / Е.А. Сушко, К.Н. Сотникова, С.Л. Карпов // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. - 2011. – № 2 (22). - С. 143-149.
5. Трусков, С.И. Пожарная безопасность метрополитена / С.И. Трусков, С.А. Колодяжный, В.Я. Манохин // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. - 2011. – № 4 (24). - С. 203-207.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВАРИЙНОГО ИСТЕЧЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ СМЕСИ

**Колпаков А.В., преподаватель
Каменев И.В., начальник цикла
ФГБОУ ДПО Подольский учебный центр ФПС, Московская область**

В нефтяной промышленности России эксплуатируются более 30 тысяч км промысловых трубопроводов. Нефтепромысловые трубопроводы являются не только источниками загрязнения природной среды, но и потенциальными очагами пожаров, которые могут привести к возникновению крупномасштабных чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Нельзя также забывать, что любые аварии в системах нефтегазосбора приводят к перебоям в поставке энергоресурсов на внутренний и внешний рынки.

В связи с возросшими требованиями к охране окружающей среды расчет величины аварийной утечки нефтепродуктов является обязательным при разработке декларации промышленной безопасности, поскольку требуется точное прогнозирование опасности последствий аварий. При разработке планов по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов требуется разработка разделов, связанных с

прогнозированием объемов и площадей разливов нефти и нефтепродуктов, а также с определением границ зон чрезвычайной ситуации с учетом результатов оценки риска разливов нефти и нефтепродуктов [1].

Существующие методики для определения количества вытекшего нефтепродукта не учитывают особенности гидродинамики газожидкостных смесей и поэтому не дают возможность адекватно оценить реальные объемы утечек [3].

С целью получения достоверных результатов при расчете объемов потерь нефтепродуктов созданы математические модели процессов истечения нефтегазовых смесей из отверстий различных типов и конфигураций, в том числе из одичонных и групповых язв, трещин, свищей, пробоин. В моделях учитываются фазовые переходы «жидкость-газ» за счет выделения растворенного в нефти газа вследствие падения давления, вызванного разгерметизацией трубопровода при аварии. Для расчета гидродинамических параметров процесса истечения газожидкостной смеси используются несколько наиболее известных методик отечественных и зарубежных авторов [3]. Рассматриваются случаи как докритического, так и критического истечения, при котором скорость истечения равна локальной скорости звука в нефтегазовой смеси.

Реализованный в программной среде MathCAD алгоритм позволяет рассчитать динамику расхода нефтегазовой смеси через порыв для заданной конструкции трубопровода и профиля трассы. Кроме этого, в результате расчетов становится возможным определить общие потери нефтепродукта при аварии в течение заданного промежутка времени. Математические модели могут быть использованы при разработке инженерных методик по оценке ущерба от аварий на нефтепромыслах.

Список литературы

- 1 Приказ МЧС России от 28 декабря 2004 г. N 621 «Об утверждении Правил разработки и согласования планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации» (с изменениями от 17 января 2011 г.).
2. Гальченко С.А. Развитие подходов к анализу риска на трубопроводных площадочных объектах нефтедобычи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2006 г
3. Елин Н.Н., Нассонов Ю.В., Ашкарин Н.И., Ворожцова Л.С., Загинайко Д.В., Попов А.П. Разработка и эксплуатация математических моделей систем обустройства нефтяных месторождений. – Иваново, ИГХТУ, 2006. – 272 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАДИАТОРАХ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДОВ

**Кузубов С.В., преподаватель, к.ф.-м.н., ФГБОУ ВПО
Воронежский институт ГПС МЧС России
Кортунов А.В., ФГБОУ ВПО Воронежский государственный
университет инженерных технологий**

В настоящее время повысился интерес к созданию источников света на основе твердотельных светодиодов. Световая эффективность полупроводниковых излучателей уже достигла 100 люмен на ватт. Вместе с тем, стремление к дальнейшему повышению светового потока неизбежно приводит к увеличению прямого тока через кристалл полупроводника, и как следствие, увеличению тепловыделения, что приводит к уменьшению оптического выхода и ограничивает срок службы светодиода.

Моделирование распределения тепла в радиаторе для определённого набора светодиодов позволяет оценить тепловое сопротивление между гетеропереходом и окружающей средой [1], а также необходимо с целью выбора профиля радиатора, его оптимальных габаритов и расположения светодиодов, при которых рабочая температура излучающих областей гетеропереходов не будет превышать установленные заводом-производителем пределы. Моделирование проводилось с использованием приложения Flow Simulation программы SolidWorks2010.

Изучались два типа радиаторов. Ширина каждого профиля 222 мм, высота первого 83 мм, второго – 75 мм. Отличия профилей заключаются в форме их ребер и расстояниях между ними. Профиль №1 содержит 12 ребер, профиль №2 – 22 ребра. Площадь всей поверхности радиатора №2 увеличена ещё и за счёт рифленой поверхности каждого ребра. В качестве критерия эффективности радиатора выбрана его максимальная температура при рассеянии мощности источника 50, 100 и 190 Вт.

Общие условия моделирования для всех конструкций: материал радиатора – алюминиевый сплав АД31 ГОСТ 4784-97, лицевая поверхность, на которой размещаются светодиоды, – зеркальная, тепловым излучением пренебрегается; окружающая среда – воздух, температура – 20 °С, скорость перемещения среды – 0 м/с, атмосферное давление 101325 Па.

Моделирование проведено с варьированием расположения светодиодов на радиаторе. Один из вариантов приведен ниже (рис. 1). На этих рисунках приводится изображение эпюр распределения температуры на рабочей поверхности радиатора №1 при его вертикальном расположении, как на рис. 5. Максимальная температура 85,5 °С зафиксирована под 100 Вт светодиодом.

Установлено, что для этого радиатора №2 максимальная температура под 100 Вт светодиодом 93,5 °С, что на 8 градусов больше, чем в случае использования радиатора №1.

Кроме этого были проведены модельные тепловые расчёты максимальных температур радиатора, используемого в экспериментах, в двух пространственных положениях: 1) рабочая поверхность радиатора расположена горизонтально лицом вверх; 2) рабочая поверхность радиатора расположена вертикально. В первом, и во втором случаях ребра радиатора расположены вертикально. Подводимая тепловая мощность постоянна и равномерно распределена по поверхности. Максимальная температура в первом случае 85,5 °С, во втором – 85,9 °С, разность составляет менее одного градуса. Таким образом, можно заключить, что для радиатора данного профиля ориентация в пространстве не имеет принципиального значения, что подтверждает целесообразность использования радиатора этого типа для охлаждения мощных светодиодов.

Проектируемый улично-дорожный светильник должен стабильно работать в широком диапазоне температур окружающей среды. В связи с этим был проведен ряд тепловых расчетов, в которых установили, что даже при температуре окружающей среды 25 °С максимальная температура радиатора меньше предельной температуры (125 °С) работы гетероперехода светодиода, установленной заводом-изготовителем.

Движение воздушных масс увеличивает эффективность отвода тепла от радиатора. В расчетах изучалась зависимость температуры радиатора, как от скорости ветра, так и от его направления. В расчётах использовали два значения для скорости ветра: 2 м/с и 6 м/с, направление ветра: 1) вдоль рёбер, 2) поперёк рёбер. Приложенная общая мощность 300 Вт (3 светодиода по 100 Вт). Результаты показывают, что ветер даже скоростью 2 м/с снижает максимальную температуру радиатора в зависимости от направления на 17 и 35 °С, соответственно.

Также был произведен расчет эффективности радиатора 300x222 мм² с профилем №2. В процессе моделирования были заданы следующие условия: скорость ветра 6 м/с, направление вдоль рёбер радиатора. Максимальная температура такого радиатора 42,5 °С, что на 9,4 градуса меньше, чем температура радиатора с профилем №1. Следовательно, радиатор с рифлеными ребрами и малым межреберным расстоянием эффективнее использовать только в случае активного охлаждения.

Для подтверждения результатов моделирования были проведены экспериментальные исследования на радиаторе с профилем №1. Для конструкции с потребляемой мощностью $P=190$ Вт включается вся линейка светодиодов L1-L7. С помощью тепловизора были получены изображения распределения тепла по поверхности радиатора с указанием температуры нагрева каждого светодиода (рис. 2).

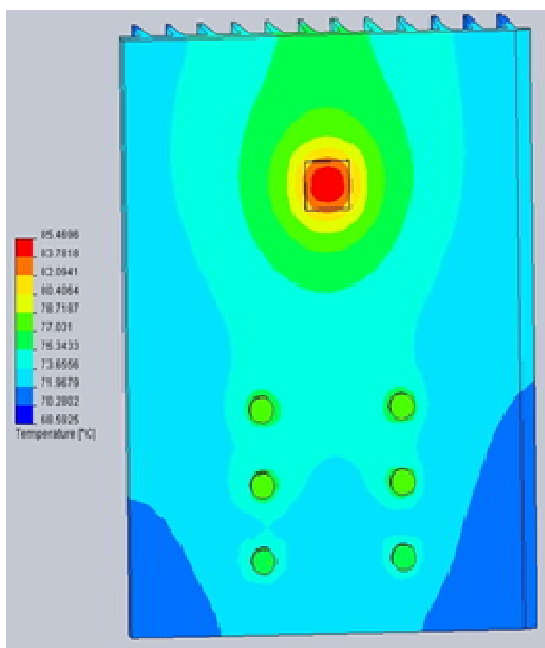


Рис. 1. Изображение цветowych эпюр распределения температуры рабочей поверхности радиатора №1 (общая мощность 190 Вт)

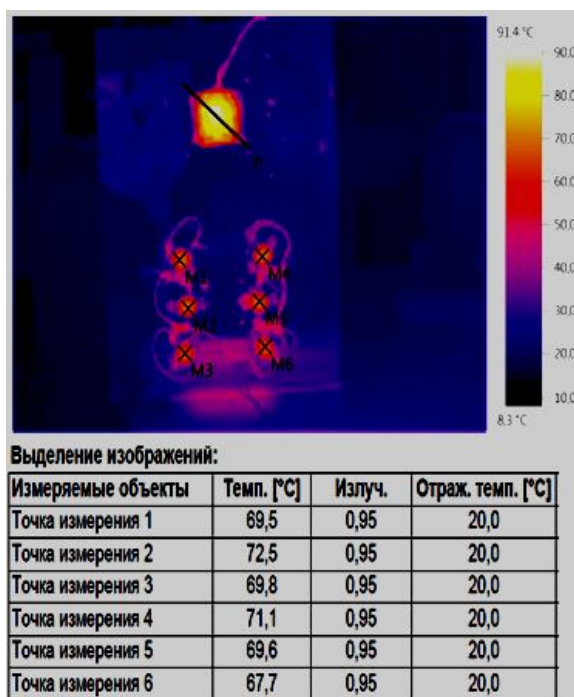


Рис. 2. Тепловизионное изображение радиатора №1 с шестью светодиодами по 15 Вт и одним 100 Вт и линия температурного профиля

Согласно тепловизионному исследованию, температура гетероперехода светодиода с мощностью 100 Вт составляет 88 °С, а значения температур светодиодов с мощностью 15 Вт лежат в диапазоне 67,7 – 72,5 °С. В результате моделирования теплообменного процесса были получены следующие результаты: температура гетероперехода 100 Вт светодиода составляет 85,5 °С, а значения температур 15 Вт светодиодов находятся в диапазоне 75 – 78 °С.

Таким образом, наблюдается хорошее соответствие тепловых режимов, полученных экспериментально и при моделировании. Это позволит не проводить экспериментальные измерения различных вариантов размещения светодиодов на радиаторе, а также варьировать тип радиатора и светодиодов. В дальнейшем, по результатам только моделирования можно выбрать оптимальную конструкцию светильника.

Список литературы

1. Андреас Поль. Особенности расчета систем отвода тепла при использовании светодиодов в корпусах PLCC. // Полупроводниковая светотехника. 2010. №5. С. 54-57.

ПРОГРАММА «ПОЖАР-ЭКО» ДЛЯ РАСЧЕТА РАСПРАСТРОНЕНИЯ ПРИМЕСИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОЖАРА ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Метелкин И.И., старший преподаватель
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж

Основными поражающими факторами техногенного характера являются: а) термический (тепловое излучение, «удар» пламенем или криогенным веществом) — 56 % от общего числа причин разрушительного воздействия; б) бризантно-фугасный (дробящее, метательное или осколочное воздействие движущихся тел, включая непосредственные продукты взрыва) — 29%, в) агрессивные или токсичные свойства вредных или аварийно опасных химических веществ — около 10 % [1].

Эти факторы разрушительного воздействия пожаров на различные ресурсы можно разделить на четыре стадии:

- 1) высвобождение (расконсервация) накопленной в системе энергии или запасов вредного вещества вследствие возникшей там аварии;
- 2) неконтролируемое распространение (трансляция) их потоков в процессе истечения вещества и энергии в новую для них среду и перемещения в ней;
- 3) физико-химическое их превращение (трансформация) там с дополнительным энерговыделением и переходом в новое агрегатное или фазовое состояние;
- 4) разрушительное воздействие (адсорбция) первичных потоков и/или наведенных ими поражающих факторов на не защищенные от них объекты.

Преимущественное внимание при этом необходимо уделить поведению аварийно-опасных химических веществ, возникающих при пожарах и взрывах. Это вызвано тем, что большинство видов энергии (кроме механической и тепловой) высвобождается и распространяется практически мгновенно и без существенного изменения ее параметров в пределах рассматриваемого сравнительно малого времени или пространства.

Для оценки ущерба материальных и природных ресурсов исходными данными являются параметры:

- а) поражающих факторов (перепад давления во фронте воздушной ударной волны, концентрация токсичных веществ, интенсивность тепловых и ионизирующих излучений, плотность потока и кинетическая энергия движущихся осколков);
- б) потенциальных жертв (стойкость и живучесть конкретных объектов, с учетом частоты или длительности вредного воздействия на них и качества аварийно-спасательных работ).

Ущерб от такого воздействия целесообразно делить на два вида. *Прямой* или непосредственный ущерб, обусловленный утратой целостности или полезных свойств конкретного объекта и *косвенный*, вызванный разрушением связей между ним и другими объектами.

Прямой ущерб можно рассмотреть в виде таблицы:

Таблица 1

Ресурсы и объекты причинения ущерба	Форма причинения ущерба в зависимости от интенсивности вредного воздействия и отдаленности его проявления			
	большая	немедленная	малая	в последствии
Материальные: жилые, общественные, административные, производственные, складские здания, помещения, оборудование, готовая продукция и т.д.	Уничтожение в результате пожара	Выход из строя	Снижение эффективности	Повышенный износ или интенсивное старение
Людские: Непосредственно работающие и обслуживающие их персонал, проживающие вблизи люди	Гибель и увечья	Снижения трудоспособности из-за травмирования	Ухудшения здоровья	Преждевременная смертность
Природные: Фауна и флора	Вымирание биоособей	Снижение биоразнообразия и жизнестойкости вида	Нарушение естественных биогеохимических циклов вещества	Мутагенные изменения

В табл. 1 систематизированы некоторые формы проявления прямого ущерба (ее правая часть) применительно к различным видам ресурсов (левая часть). При этом интенсивность (или доза) вредного воздействия указанных выше поражающих факторов снижается по мере рассмотрения столбцов правой части слева направо, тогда как степень отдаленности последствий ухудшения повреждаемых объектов растет в этом же направлении. Что касается градации интенсивности и отдаленности, то она — двухступенчатая: «большая» — «малая» и «немедленно» — «впоследствии» соответственно.

Программа «Пожар-Эко» позволяет выделить ореолы распространения токсичных веществ, интенсивность тепловых и ионизирующих излучений.

Для начала расчета необходимо ввести следующие данные: высоту здания; площадь здания, пожарная нагрузка, площадь пожара, скорость распространения пламени, коэффициент примеси.

При вводе этих данных из электронных наблюдательных дел, формируется таблица для расчета возможного ущерба объекту при пожаре. При нажатии на кнопку «Рассчитать» загружается карта города Воронежа или Центрального района г. Воронежа (выбирается перед расчетом).

Двойным щелчком мыши обозначается месторасположение объекта, на котором возможно возникновение пожара.

В связи с тем, что рассматривается мгновенный выброс, расчеты повторяются с учетом скорости распространения примеси в нижних слоях атмосферы, по установленным закономерностям [2].

Окончательно строится суперпозиция возможного ущерба по нескольким расчетам, которые предварительно выделяются (помечаются только те файлы расчетов, которые будут участвовать в построении суперпозиции).

Программа «Пожар-Эко» позволяет наглядно оценить возможное распространение

Список литературы

1. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. /П.Г. Белов – М.: Издательский центр «Академия», 2003.– 512 с.
2. Метелкин И.И. Математическая модель аэрогенного переноса загрязняющих веществ при пожаре.// И.И. Метелкин, И.К. Астанин – Естественные и технические науки, №3, 2011 г.

К ВОПРОСУ О ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВАХ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПНЕВМОПАЛУБКИ

**Михневич И.В., Николенко С.Д., к.т.н.,
профессор, Попов В.А., доцент, к.т.н., доцент
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж**

При угрозах возникновения некоторых ЧС мирного и военного времени, а также для ликвидации их последствий целесообразно применение быстровозводимых сооружений для быстрого размещения материальных ценностей, техники, людей с целью их сохранения. В связи с этим необходимо оценить эти их охранные (защитные) свойства. В частности, в этой работе осуществлена оценка защитных свойств предложенного нами быстровозводимого сооружения на основе пневмоопалубки (патент № 2415237 [1]), изображенного на рис.1. Эти опалубки предлагаем изготавливать на заводах и размещать на складах МЧС в районах с большим риском возникновения ЧС.



Рис.1 Вид сооружения

Чрезвычайные ситуации могут образоваться вследствие стихийных бедствий, производственных аварий, катастроф, террористических актов, применения современных средств массового поражения. В этой работе рассматриваем проблему защиты людей и животных с использованием этого сооружения от радиоактивного воздействия. Защита людей от радиационного воздействия является одной из главных задач гражданской обороны, которую решают в основном за счёт укрытия людей в защитных сооружениях. Это является одним из основных и наиболее надёжных способов защиты людей, в условиях военного времени (при применении радиологического оружия, ядерных взрывов) и при авариях на радиационно опасных объектах. К противорадиационным укрытиям предъявляется ряд требований, главное из которых - обеспечить необходимое ослабление радиоактивного излучения, так как именно это определяет эффективность противорадиационного сооружения. Если защита от радиации недостаточна, то следует предусмотреть мероприятия по повышению этого защитного свойства сооружения. Например, уменьшение площади проемов путем заделки их в период перевода помещения на режим укрытия, обвалование сооружения, защиту материалов, заглубление конструкций.

Главная характеристика защиты от радиации - коэффициент защиты (K_3). « K_3 » - это число, показывающее, во сколько раз меньшую дозу радиации получит человек, укрывающийся в защищенном сооружении, по сравнению с дозой которую он получил бы, находясь на открытой местности.

При отсутствии противорадиационных укрытий необходимо использовать простейшие укрытия, учитывая фактическую величину обеспечиваемого ими K_3 . Для такого простейшего сооружения, как, например не перекрытая щель, K_3 характеризуется значениями 2-3. Основная задача защитных сооружений – обеспечивать защиту от γ - излучения, как обладающего наибольшими проникающими свойствами и биологически более опасного.

Определение K_3 для предложенного нами быстровозводимого осуществлено в соответствии с положениями пункта 6 источника [2]. K_3

определяли по формуле (37)[2], предусмотренный для помещений укрытий в одноэтажных зданиях. В результате вычислено значение искомой величины. $K_3=3$. С учетом этого предлагаемое быстровозводимое сооружение соответствует группе простейших сооружений и может быть употреблено аналогично им, то есть для временного размещения в них людей и техники, в случае высоких уровней радиации для кратковременного размещения (в течение нескольких часов, минут).

В результате обсуждения полученного результата по определению значения K_3 предложен вариант обваловывания сооружений с целью повышения защиты от радиации. Для расчетов высоту обваловки приняли на 0,3 м больше высоты сооружения. Расчет K_3 делали по формуле (43) [2], предусмотренной для обсыпных сооружений (без надстройки). Результат расчета: $K_3=5,2$. Таким образом, обвалование сооружения приводит к увеличению защиты от радиации в 1,7 раза, что позволяет повысить безопасность находящихся в нем людей. Форма и структура его внешней оболочки позволяют проводить дезактивацию, что так же способствует повышению безопасности людей. По показателю K_3 , равному 5,2, обвалованное сооружение так же можно отнести к группе простейших противорадиационных сооружений.

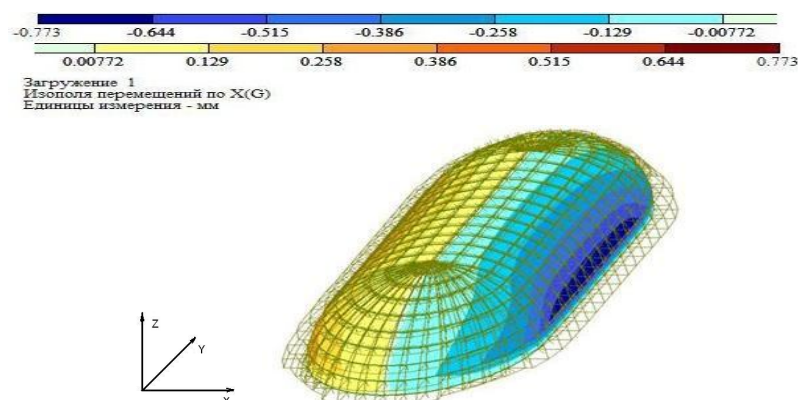


Рис. 2 Изополюс перемещений по направлению локальной оси X в элементах ограждающих конструкций

Обвалование сооружения приводит к увеличению нагрузки на ограждающие конструкции. Возникает необходимость убедиться в устойчивости сооружения. Программа «Лира 9.6» [3] позволяет провести расчет ограждающих конструкций методом конечных элементов. Проведенные расчеты показали, что сооружение способно выдержать нагрузку от обвалования, так как максимальная деформация, равная 0,7 мм (рис. 2), не приводит к разрушению конструкции.

Список литературы

- 1.Николенко С.Д., Казаков Д.А., Михневич И.В. «Быстровозводимые сооружения на базе пневматической опалубки» // Патент РФ №2415237 С1, 27.10.2009 г.

2. СНиП II-11-77* «Защитные сооружения гражданской обороны»
Утверждены постановлением Госстроя СССР от 13 октября 1977 г. № 158
3. www.iesoft.ru

РАСЧЕТ МИКРОПОЛОСКОВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ ДЛЯ СИСТЕМ СВЯЗИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ

**Панкова М.А., преподаватель, к.т.н.
Картавцев Д.В., начальник кафедры, к.т.н.
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Система связи является важнейшей составной частью инфраструктуры системы управления государственной противопожарной службой. Существенное место в этой системе занимает радиосвязь, предназначенная для обеспечения оперативного управления силами гарнизона, связи с пожарными автомобилями и подразделениями ГПС. От качества радиосвязи во многом зависит оперативность и успешность действий подразделений по локализации и тушению пожаров, что повышает требования к мобильности комплексов радиосвязи, увеличению пропускной способности при сохранении жестких требований к электродинамическим, габаритным, весовым, конструктивным и другим характеристикам аппаратуры.

Одним из эффективных путей увеличения скорости передачи информации и решения проблемы микроминиатюризации является разработка и использование диапазонных микрополосковых излучателей, которые наряду с технологическими и массогабаритными достоинствами, имеют стабильные электродинамические характеристики в широком диапазоне частот. Объединив такие излучатели в фазированные антенные решетки, можно создать гибкие многофункциональные излучающие структуры, в том числе с цифровым диаграммообразованием.

Проектирование микрополосковых излучателей требует разработки математических моделей диапазонных излучающих структур, расчета их электродинамических характеристик излучения с учетом формы, геометрических размеров, искусственных неоднородностей.

В настоящей работе было выполнено построение математической модели микрополосковой антенны (МПА) при осесимметричном возбуждении, имеющей осесимметричную диаграмму направленности (ДН) с максимумом излучения, близким к плоскостям антенны. Такую ДН можно получить с использованием дисковой МПА на диэлектрической подложке с экраном при осесимметричном распределении тока на антенне.

МПА эффективно излучает в резонансных условиях, т.е. когда длина волны в диэлектрике подложки и размер излучающего элемента соизмеримы. Наиболее полную информацию об электродинамических свойствах излучателя можно получить с помощью строгих методов [1].

Пусть бесконечно тонкий идеально проводящий диск радиуса a расположен в плоскости $Z=0$ на поверхности диэлектрического слоя с

диэлектрической проницаемостью ε и магнитной проницаемостью $\mu=1$ (рис.1). Толщина слоя диэлектрика h . В плоскости $Z=-h$ расположен идеально проводящий экран. Система возбуждается элементарным диполем, находящимся на оси OZ в точке $Z=-h$ и ориентированным вдоль оси OZ .

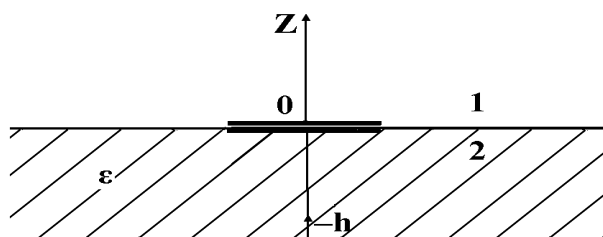


Рисунок 1. Структура микрополосковой антенны

Задача состоит в определении электрического поля во всем пространстве. Будем искать ее решение спектральным методом в сочетании с методом полуобращения оператора [2]. Предлагаемый подход к решению краевой задачи, позволяет свести ее к решению бесконечной системы линейных алгебраических уравнений II рода фредгольмового типа, к которой применим метод редукции.

Электромагнитное поле будем описывать с помощью электрического вектора Герца \vec{P} : $\vec{E} = (\text{grad div} + k^2)\vec{P}$, $\vec{H} = ik\varepsilon \cdot \text{rot}\vec{P}$, где $k = \frac{\omega}{c}$. Зависимость от времени выбрана в виде $e^{-i\omega t}$. Учитывая симметрию задачи, направим вектор Герца вдоль оси OZ $\vec{P} = \vec{e}_z P$. Поле во всем пространстве представим в виде суперпозиций поля P_0 в отсутствии диска и рассеянного поля P_s : $P = P_0 + P_s$.

Далее удобно считать все величины, которые определяют размеры системы и координаты ρ , Z в цилиндрической системе нормированными на радиус диска a . Решение однородного уравнения Гельмгольца представим в виде интеграла Фурье-Бесселя с учетом требований, налагаемых условием излучения,

$$\begin{aligned}
 P^1 &= \int_0^{\infty} (\tilde{P}_0^1 + \tilde{P}_s^1) J_0(\xi\rho) e^{iZ\gamma_1(\xi)} d\xi, \quad Z > 0, \\
 P^2 &= \int_0^{\infty} [(\tilde{P}_0^{2+} + \tilde{P}_s^{2+}) e^{iZ\gamma_2} + (\tilde{P}_0^{2-} + \tilde{P}_s^{2-}) e^{-iZ\gamma_2} + \\
 &\quad + q e^{i(Z+h)\gamma_2}] \cdot J_0(\xi\rho) d\xi, \quad -h < Z < 0,
 \end{aligned} \tag{1}$$

где $q = i \frac{\xi}{\gamma_2}$, $\gamma_1 = \sqrt{\chi^2 - \xi^2}$, $\gamma_2 = \sqrt{\chi^2 \varepsilon - \xi^2}$, выбрана ветвь корня, у которой $\text{Im} \gamma_{1,2} \geq 0$; $\chi = ka$. Соотношения (1) ставят в соответствие вектору Герца его спектральную амплитуду \tilde{P} .

Получены энергетические характеристики рассматриваемой структуры. На рис. 2 представлена зависимость отношения полной излученной мощности к мощности, излученной в отсутствие диска $\eta = S_{\text{изл.}} / (S_{\text{изл.}} + S_{\text{отизл.}})$ от частоты,

позволяющая оценить условия эффективного возбуждения. На рис. 3 представлены диаграммы направленности при частотах, соответствующих максимумам зависимости на рис. 2.

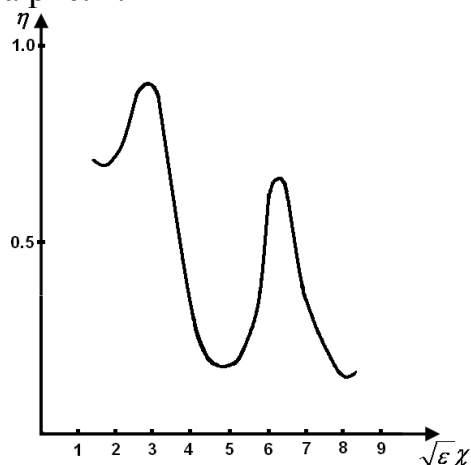


Рисунок 2. Зависимость η от $\sqrt{\varepsilon\chi}$, $\varepsilon = 4.2$, $h = 0.1$

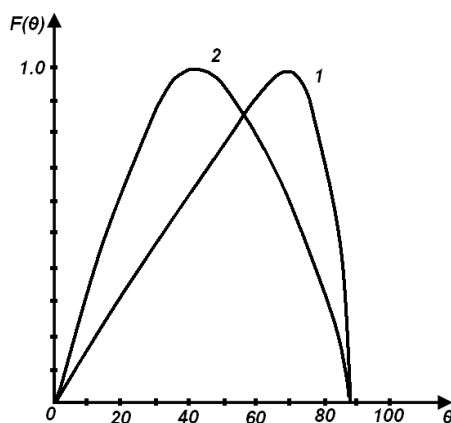


Рисунок 3. Диаграмма направленности $\varepsilon = 4.2$, $h = 0.1$,
 $1 - \sqrt{\varepsilon\chi} = 3.3$, $2 - \sqrt{\varepsilon\chi} = 6.5$

Список литературы

1. Васильев Е.Н. Возбуждение тел вращения / Е.Н. Васильев. – М.: Радио и связь, 1987. – 270 с.
2. Литвиненко Л.Н. Спектральные операторы рассеяния в задачах дифракции волн на плоских экранах / Л.Н. Литвиненко, С.Л. Просвирин. – Киев: Наукова думка, 1984. – 210 с.

ИМИТАЦИОННАЯ ИГРА ПО ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЗМОВ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ФИНАНСОВЫХ СРЕДСТВ

**Половинкина А.И. Воронежский ГАСУ, г. Воронеж,
Голев С.А. преподаватель, ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС
МЧС России, г. Воронеж, Зенин А.Ю.
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж**

Задача финансирования мероприятий для поддержания необходимого уровня безопасности при техногенных и природных катастрофах состоит в распределении общего объема средств между исполнителями на проведение работ по предупреждению ЧС и ликвидацию их последствий. Фактически, эта задача является задачей распределения ресурсов - одной из наиболее распространенных задач в теории и практике управления экономическими системами. Решение этой задачи существенным образом зависит от принципов, заложенных в процедуры распределения финансовых средств [3, 4].

В имитационных играх по распределению централизованных средств рассматривается функционирование двухуровневой системы, состоящей из Центра (лица, принимающего решение о распределении финансовых средств, для обеспечения заданного уровня безопасности), и элементов системы – предприятий – потенциальных источников ЧС [1, 2]. В распоряжении Центра имеется некоторый объем средств, который распределяется между предприятиями.

Следует отметить, что поддержание допустимого уровня безопасности элементом системы возможно, если он получает объем средств не меньше, чем некоторая величина. Если средств будет получено меньше этой величины, они будут израсходованы, но качество выполненной работы не будет удовлетворять даже самым минимальным требованиям, предъявляемым Центром. Эффект, полученный Центром от средств, направленных на обеспечение заданного уровня безопасности будет фактически нулевым. В дальнейшем, не умаляя общности постановки задачи, будем считать, что каждое предприятие всегда получает такой объем средств, который позволяет выполнить работу, отвечающую минимальным требованиям Центра. В то же время, очевидно, что получение элементом большого объема финансирования обеспечивает поддержание допустимого уровня безопасности в соответствии с заданными требованиями, однако эффективность использования выделенных средств, при этом уменьшается.

Центр стремится так распределить имеющиеся в его распоряжении финансовые средства, чтобы суммарный эффект, полученный от выполнения всех мероприятий обеспечения безопасности, был бы наибольшим. Величина этого эффекта зависит от того, сколько финансовых средств будет выделено каждому предприятию, насколько эффективно они будут использованы. В то же время, перед элементами системы стоит задача

получить финансовые средства в таком объеме, который обеспечил бы ему наиболее благоприятные условия функционирования и как следствие - максимизировал его целевую функцию.

Введенные обозначения:

в каждой партии выбор s_i i -м игроком определяет его движение в сторону его цели, то процедура, реализующая аксиому индикаторного поведения, может быть представлена в виде

$$s_i^{k+1} = s_i^k + \gamma_i^k (\tilde{s}_i^k - s_i^k),$$

$$\gamma_i^k \in [0; 1]$$

где s_i^{k+1} - состояние i -го автомата в $k+1$ -й партии игры, \tilde{s}_i^k - положение цели i -го автомата в k -й партии. Другими словами, это то состояние, которое обеспечивает i -му автомату максимальное или минимальное значение его целевой функции в k -й партии игры. Значение γ_i^k определяет величину шага в сторону цели. Конкретное значение γ_i^k может зависеть от времени, текущего состояния и некоторых других факторов, внешних по отношению к модели. Другими словами, это то состояние, которое обеспечивает i -му автомату максимальное или минимальное значение его целевой функции в k -й партии игры. Значение γ_i^k определяет величину шага в сторону цели. Конкретное значение γ_i^k может зависеть от времени, текущего состояния и некоторых других факторов, внешних по отношению к модели;

R -количество финансовых средств, имеющихся в Центре;

x_i -количество финансовых средств, получаемое i -м предприятием;

a_i -коэффициент, характеризующий использование финансовых средств i -м предприятием;

Если i -е предприятие получает финансовые средства в количестве x_i , то эффект их использования будет оцениваться некоторой функцией эффекта $\chi_i(a_i, x_i)$, другими словами, будем считать, что $y_i = \chi_i(a_i, x_i)$. Положим здесь, что

$$\chi_i(a_i, x_i) = \sqrt{a_i x_i}$$

Так как задача Центра заключается в увеличении суммарного эффекта по всем исполнителям то в случае, когда Центру точно известно значение a_i , $i=1, \dots, n$ задача распределения финансовых средств имела бы вид:

$$\sum_{j=1}^n \sqrt{a_j x_j} \xrightarrow{x} \max$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = R$$
(1)

И, соответственно, решение этой задачи

$$x_i = \frac{a_i}{\sum_{j=1}^n a_j} R$$
(2)

Целевую функцию i -го элемента можно представить в виде

$$f_i = x_i - \frac{y_i^2}{2r_i}, \quad (3)$$

или, для $y_i = \sqrt{a_i x_i}$

$$f_i = x_i - \frac{a_i x_i}{2r_i} = x_i \left(1 - \frac{a_i}{2r_i} \right)$$

Как показано выше, Центр оптимально распределит бы имеющийся у него ресурс, если бы имел точную информацию о значениях коэффициентов $a_i, i=1, \dots, n$. Обычной схемой распределения финансовых средств в условиях неполной информированности Центра является финансирование на основе информации, полученной от элементов. То есть сначала элементы сообщают в Центр заявки на финансирование, то есть оценки s_i значений коэффициентов a_i , а Центр на основе полученных оценок распределяет финансовые средства R решая задачу (1).

В этом случае, объем финансирования, который получает каждое предприятие, равен

$$x_i = \frac{s_i}{\sum_{j=1}^n s_j} R. \quad (4)$$

Таким образом, средства между предприятиями распределяются пропорционально значениям s_i . Если принять, что в Центре имеется информация о максимальных значениях D_i коэффициентов a_i , то можно показать, что при пропорциональном распределении финансовых средств, для каждого предприятия имеется абсолютно оптимальная стратегия формирования заявки, а именно $s_i = D_i, i=1, \dots, n$. Действительно, на множестве допустимых заявок $0 \leq s_i \leq D_i$, количество финансовых средств $x(s_i)$, выделяемое i -му исполнителю, есть строго монотонная возрастающая функция $s_i, i=1, \dots, n$. В частности, при максимальной заявке $s_i = D_i, i$ -му элементу выделяется количество средств, равное

$$x_i(s_i) = \frac{s_i}{\sum_{j=1}^n s_j} R = \frac{D_i}{\sum_{j=1}^n D_j} R$$

Большую величину заявки элемент сформировать не может в связи с ограничением на максимальное значение коэффициентов a_i а при уменьшении заявки у него уменьшается количество выделяемых финансовых средств. Т.к. целевая функция $f(a_i, x_i)$ каждого предприятия строго монотонно возрастает при увеличении x_i , поэтому $f(r_i, x_i(s_i))$ строго монотонно возрастает при увеличении s_i на интервале $[0; D_i]$. Отсюда следует, что $s_i = D_i$, единственная, абсолютно оптимальная стратегия каждого исполнителя. А ситуация $s_i = D_i, i=1, \dots, n$ является равновесной стратегией.

При проведении игрового эксперимента с автоматами положение цели \tilde{s}_i^k для них формировалось из условия

$$y_i^{k+1} = \sqrt{\tilde{s}_i^k x_i^{k+1}} = M_i.$$

Откуда получали

$$\tilde{s}_i^k = \frac{M_i + \sqrt{M_i^2 + 4RM_i\sigma_i}}{2R}$$

Ниже, на рис. 1 приводятся результаты игрового эксперимента, в котором участвовали четверо игроков-автоматов ($n=4$), а исходные данные такие же, как в вышерассмотренных экспериментах. То есть $r_1=1,5$, $r_2=1,5$, $r_3=2,5$, $r_4=2,5$, $\gamma_1=0,3$, $\gamma_2=0,5$, $\gamma_3=0,2$, $\gamma_4=0,4$. Кроме того, $R=1$, $a_1=2$, $a_2=1,9$, $a_3=1,7$, $a_4=1,4$ и $s_i \in [0,4; 4]$.

Задача участников игры заключается в максимизации разности полученной компенсации и фактически потраченных средств на достижение требуемого уровня безопасности. Стратегии игроков для этого варианта игры представлены на графике, изображенном на рис. 1.

Соответственно изменение общего уровня безопасности в системе из четырех предприятий представлено на рис. 2

Пропорциональное распределение, при нехватке распределяемых средств, всегда ведет к росту заявок. Из (3) следует, что целевая функция игроков возрастает с ростом получаемого ресурса, поэтому распределяемых средств для них будет не хватать. Это и показал график на рис 1. Более того, целевая функция (3) монотонно возрастает при увеличении x для любого $t \leq \frac{1}{2}$, если $y_i = (a_i x_i)^t$, то есть тенденция завышения оценок в этом случае будет сохраняться.

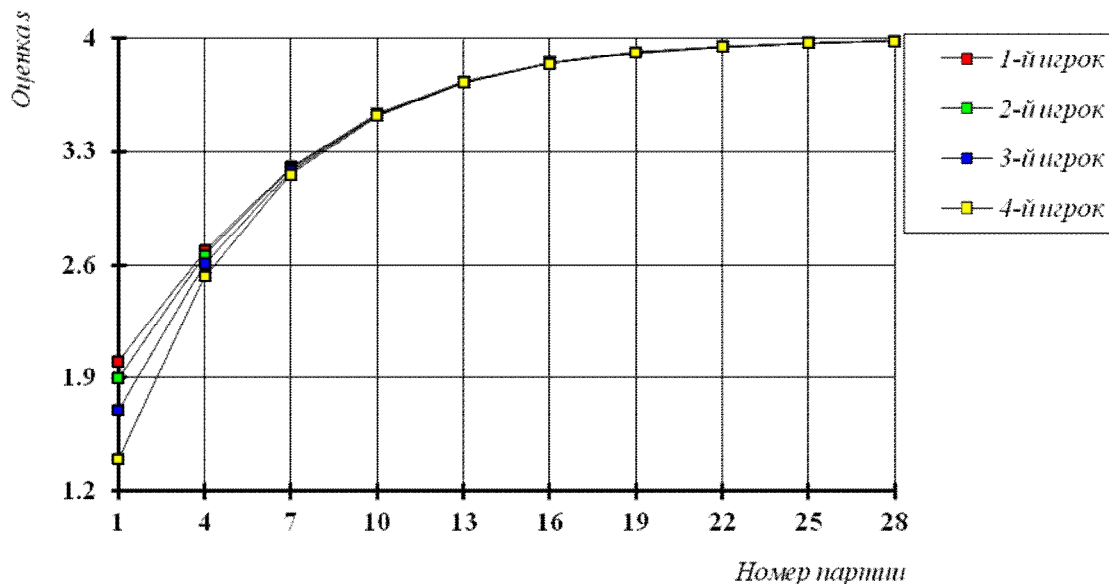


Рис. 1. Результаты игрового эксперимента, в котором участвовали четверо игроков-автоматов ($n=4$)

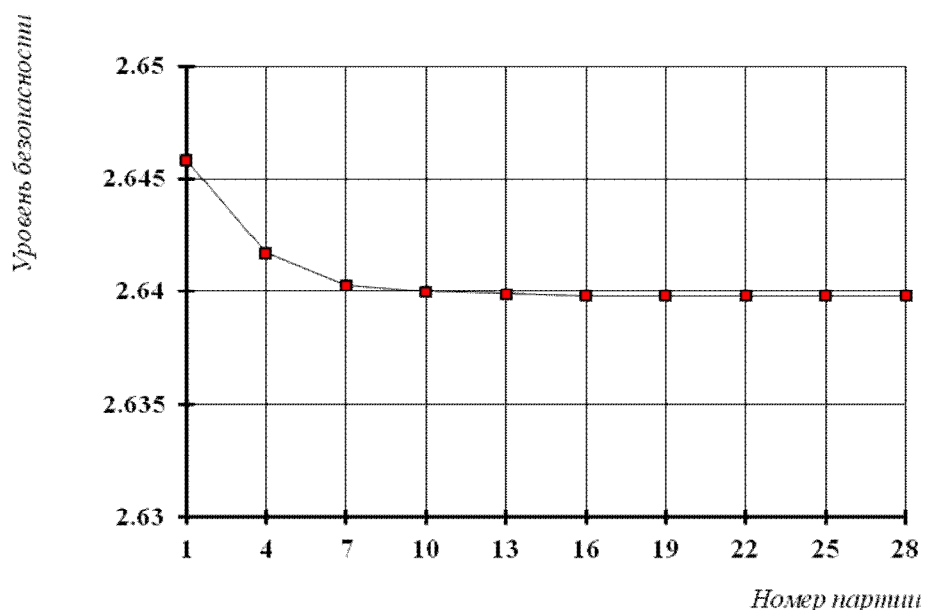


Рис. 2. Изменение общего уровня безопасности в системе из четырех предприятий

Список литературы

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Модели и механизмы управления эколого-экономическими системами // Проблемы управления. – 2009, №1. С. 2-7.
2. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Экономические механизмы управления уровнем риска в природно-техногенной сфере // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций №4 – 2009, С.30-39.
3. Баркалов, С.А. Системный анализ и его приложения. [Текст] / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, П.Н. Курочка, В.И. Новосельцев – Воронеж «Научная книга» 2008. – 439 с.
4. Баркалов, С.А. Системный анализ и принятие решений. [Текст] / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, И.С. Суровцев, А.И. Половинкина // Воронежский гос. Университет 2010г. – 652 с.

ИМИТАЦИОННАЯ ИГРА «МЕХАНИЗМ КОМПЕНСАЦИИ ЗАТРАТ ЗА СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ РИСКА»

Половинкина А.И. Воронежский ГАСУ, г. Воронеж,
Голев С.А., преподаватель, Кузовлев А.В., старший преподаватель,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж

Приведем результаты игрового эксперимента, в котором участвовали четверо игроков ($n=4$), а исходные данные: $Y=100$, $r_1=1,5$, $r_2=1,5$, $r_3=2,5$, $r_4=2,5$, $\gamma_1=0,3$, $\gamma_2=0,5$, $\gamma_3=0,2$, $\gamma_4=0,4$.

Задача участников игры заключается в максимизации разности полученной компенсации и фактически потраченных средств на достижение требуемого уровня безопасности.

Положение цели игрока-автомата в каждой партии игры определялось выражением

$$\hat{s}_i = \frac{\varpi_i}{2\varpi_i + U_i^2 r_i} r_i,$$

$$\text{где } \varpi_i = \sum_{j=1}^n U_j^2 s_j - U_i^2 s_i.$$

где в каждой партии выбор s_i i -м игроком определяет его движение в сторону его цели, то процедура, реализующая аксиому индикаторного поведения, может быть представлена в виде

$$s_i^{k+1} = s_i^k + \gamma_i^k (\tilde{s}_i^k - s_i^k),$$
$$\gamma_i^k \in [0;1]$$

где s_i^{k+1} - состояние i -го автомата в $k+1$ -й партии игры, \tilde{s}_i^k - положение цели i -го автомата в k -й партии. Другими словами, это то состояние, которое обеспечивает i -му автомату максимальное или минимальное значение его целевой функции в k -й партии игры. Значение γ_i^k определяет величину шага в сторону цели. Конкретное значение γ_i^k может зависеть от времени, текущего состояния и некоторых других факторов, внешних по отношению к модели. Другими словами, это то состояние, которое обеспечивает i -му автомату максимальное или минимальное значение его целевой функции в k -й партии игры. Значение γ_i^k определяет величину шага в сторону цели. Конкретное значение γ_i^k может зависеть от времени, текущего состояния и некоторых других факторов, внешних по отношению к модели.

Стратегии игроков для этого варианта игры представлены на графике, изображенном на рис. 1.

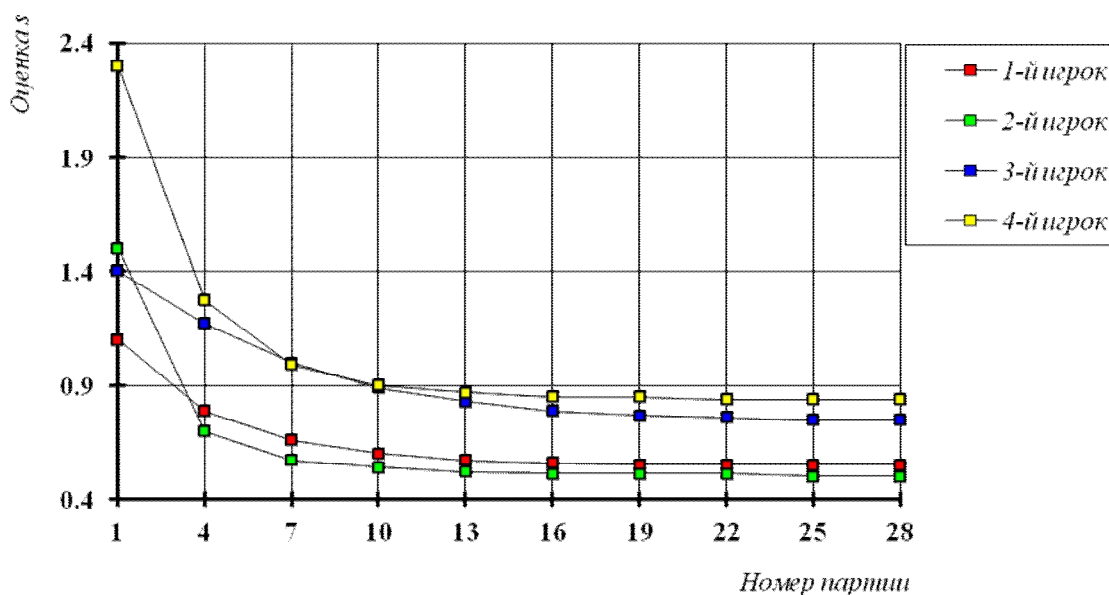


Рис. 1. Изменение стратегий игроков

Из приведенного графика следует, что фактически за шестнадцать партий стратегии игроков сошлись в равновесную ситуацию. В ситуации равновесия $s_1^* = 0,55$, $s_2^* = 0,5$, $s_3^* = 0,74$, $s_4^* = 0,84$. Таким образом, расхождение равновесных значений s_i^* и параметра r_i составило:

- для первого игрока 27,1%;
- для второго 33,0%;
- для третьего 40,6%;
- для четвертого 33,2%.

График изменения суммарных затрат на компенсацию затрат участников игры приведен на рис. 2.

Сумма средств, выплачиваемая предприятиям при механизме компенсации равна 1,47, в то время как сумма средств, выплачиваемая предприятиям при действии механизма стимулирования, как следует из рис. 2 равна 1,49. Таким образом, для обеспечения регионального допустимого ущерба $Y=100$ при механизме компенсации, требуется средств столько же, что и при механизме стимулирования предприятий.

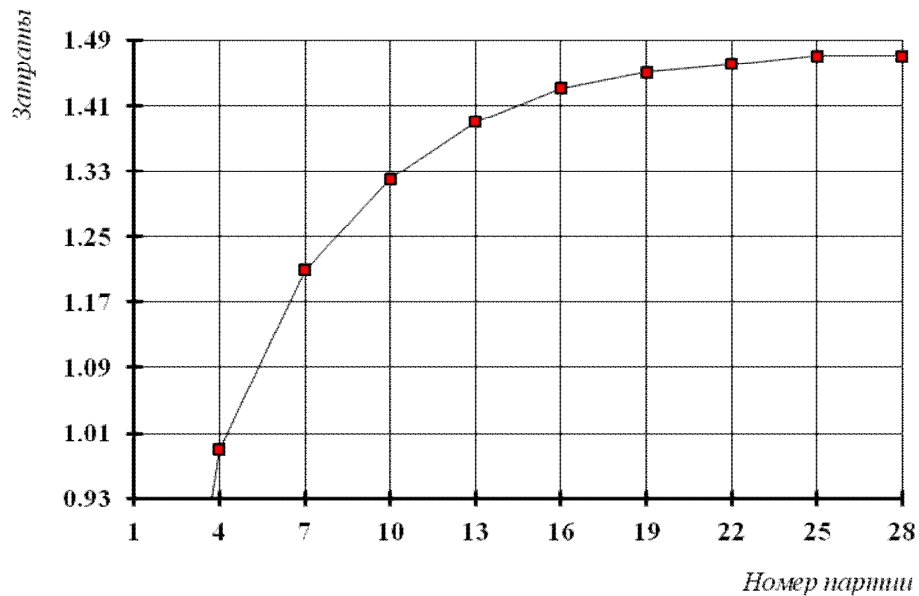


Рис. 2. График изменения суммарных затрат на компенсацию

Подтвердить правомерность этого вывода можно следующим образом. Предположим, что в регионе функционируют n предприятий и справедливо

$$\begin{aligned} r_1=r_2=\dots=r_n=r \\ U_1=U_2=\dots=U_n=U, \end{aligned} \quad (1)$$

то есть все предприятия одинаковы с точки зрения затрат на достижение одного и того же уровня безопасности и по величине возможных потерь в регионе от ЧС. Поэтому можем положить, что в ситуации равновесия справедливо

$$s_1^*=s_2^*=\dots=s_n^*=s^*. \quad (2)$$

Для механизма стимулирования в ситуации равновесия по Нэшу должно выполняться условие

$$\frac{\partial f_i}{\partial s_i} = 0, \quad i = 1, \dots, n.$$

Подставив получим

$$2s_i \frac{U_i}{\sum_{i=1}^n U_i s_i} - 1 + \frac{s_i}{r_i} - \frac{s_i^2}{r_i} \frac{U_i}{\sum_{i=1}^n U_i s_i} = 0.$$

А, учитывая (1) и (2), это выражение может быть представлено в виде

$$2 \frac{1}{n} - 1 + \frac{s^*}{r} - \frac{s^*}{r} \frac{1}{n} = 0,$$

откуда следует

$$s^* = r \frac{n-2}{n-1}. \quad (3)$$

Подставив получаем

$$\lambda^* = \frac{(nU - Y)(n-1)}{nUr(n-2)}$$

Полный объем стимулирования всех предприятий региона в ситуации равновесия по Нэшу определяется как

$$n\lambda^* y^* = n\lambda^{*2} s^* = \frac{(nU - Y)^2 (n - 1)}{nU^2 r(n - 2)}. \quad (4)$$

Аналогичным образом определяются равновесные значения для одинаковых предприятий и при механизме компенсации [1, 2]. При этом равновесное значение s^* имеет вид

$$s^* = r \frac{n - 2}{2(n - 1)},$$

следовательно

$$y^* = \frac{nU - Y}{nU}.$$

И полная компенсация затрат по всем предприятиям региона в ситуации равновесия по Нэшу определяется как

$$n \frac{y^{*2}}{2s^*} = \frac{(nU - Y)^2 (n - 1)}{nU^2 r(n - 2)}.$$

Сравнивая это выражение с (4) можно сделать вывод, что в ситуации равновесия при механизме компенсации средств на обеспечение допустимого уровня ущерба Y , требуется ровно столько же средств, что и при механизме стимулирования предприятий.

Проведение аналогичных игровых экспериментов, но только с участием восьми игроков, при условии, что $Y=200$, $r_1=1,5$, $r_2=1,5$, $r_3=2,5$, $r_4=2,5$, $r_5=1,5$, $r_6=1,5$, $r_7=2,5$, $r_8=2,5$, $\gamma_1=0,3$, $\gamma_2=0,5$, $\gamma_3=0,2$, $\gamma_4=0,4$, $\gamma_5=0,3$, $\gamma_6=0,5$, $\gamma_7=0,2$, $\gamma_8=0,4$, дали следующие результаты.

Стратегии игроков представлены на графике, изображенном на рис. 3.

Из графика видно, что стратегии автоматов сошлись в равновесную ситуацию и $s_1^* = s_5^* = 0,67$, $s_2^* = s_6^* = 0,65$, $s_3^* = s_7^* = 1,02$, а $s_4^* = s_8^* = 1,07$.

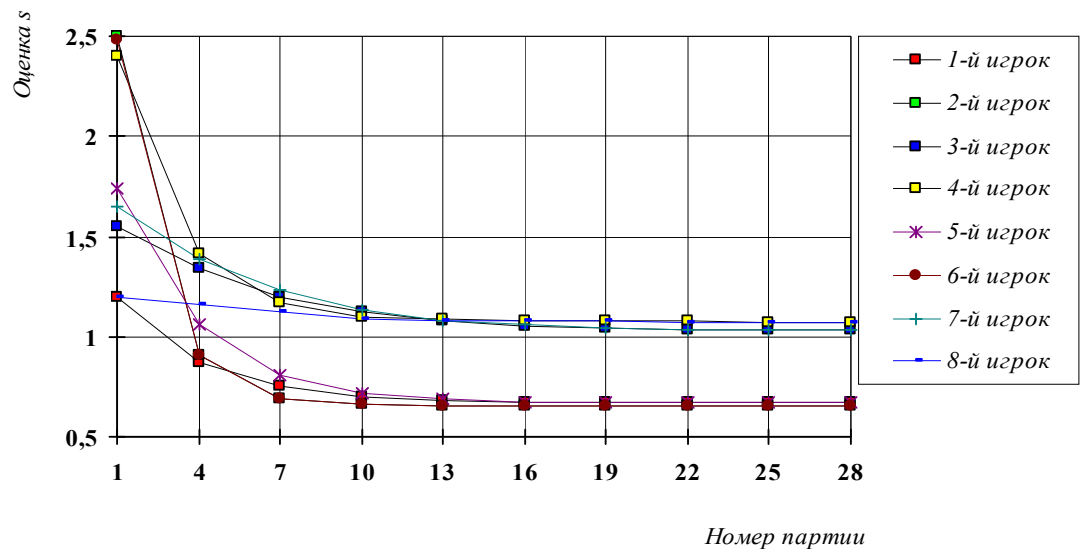


Рис. 3. Стратегии игроков

В этом случае, расхождение равновесных значений s_i^* и истинных значений r_i составило:

- для первого и пятого игроков 11,1%;
- для второго и шестого игроков 14,0%;
- для третьего и седьмого игроков 18,1%;
- для четвертого и восьмого игроков 14,1%.

Список литературы

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Механизмы управления эколого-экономическими системами. – М.: Физматлит, 2008. – 243 с.
2. Баркалов, С.А. Системный анализ и принятие решений. [Текст] / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, И.С. Суровцев, А.И. Половинкина // Воронежский гос. Университет 2010г. – 652 с.

ЗАДАЧА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ШТРАФОВ

Половинкина А.И. Воронежский ГАСУ, г. Воронеж,
Кузовлев А.В., старший преподаватель, ФГБОУ ВПО
Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж, Зенин А.Ю.
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж

Величина ущерба окружающей среде, как правило, является недетерминированной величиной, поэтому в данной работе рассматриваются механизмы стимулирования снижения уровня ожидаемого ущерба. В качестве вероятностного распределения, описывающего размер ущерба, выбрано распределение Парето. Действия, выбираемые предприятием (например, объем производства на предприятии, затраты на природоохранные мероприятия и т.д.) определяют параметры этого распределения.

Закон Парето и распределение Парето. Известен так называемый закон Парето, отражающий неравномерность распределения характеристик экономических и социальных явлений и процессов, свойства природных и техногенных катастроф, распределение ущерба от них и т.д. [1, 2, 5]:

- 20 % населения владеют 80 % капиталов (первоначальная формулировка самого В. Парето);

- 80 % стоимости запасов на складе составляет 20 % номенклатуры этих запасов;

- 80 % прибыли от продаж приносят 20 % покупателей;

- 20 % усилий приносят 80 % результата;

- 80 % проблем обусловлены 20 % причин;

- за 20 % рабочего времени работники выполняют 80 % работы;

- 80 % работы выполняют 20 % работников и т.д.

«Формализацией» закона Парето является распределение Парето случайной величины W , $W \geq W_0 > 0$, характеризующее двумя параметрами – минимально возможным значением W_0 и показателем степени $\alpha > 0$:

$$p(\alpha, W_0, W) = \frac{\alpha}{W_0} \left(\frac{W_0}{W} \right)^{1+\alpha} \quad (1)$$

Плотности распределения (1) соответствует интегральная функция распределения

$$F_\alpha(\alpha, W_0, W) = 1 - \left(\frac{W_0}{W} \right)^\alpha. \quad (2)$$

Для распределения Парето существуют только моменты, порядка, меньшего, чем степень α . Например, математическое ожидание случайной величины W с распределением (1) существует при $\alpha > 1$ и равно

$$E W = \frac{\alpha}{\alpha - 1} W_0, \quad (3)$$

где « E » – символ математического ожидания. В рамках предположения о том, что случайная величина распределена по Парето, зная математическое ожидание $E W$ и минимальное значение W_0 , можно легко вычислить (см. (3)) параметр распределения α :

$$\alpha = \frac{E W}{E W - W_0}. \quad (4)$$

Описание модели. Будем считать, что предприятие выбирает свои действия – объем производства $u \geq 0$, и размер затрат на природоохранные мероприятия $v \geq 0$, которые неизбежно приводят к ущербу $W_0 = W_0(u, v)$. Реализовавшаяся величина ущерба $W \geq W_0$ является случайной величиной, описываемой распределением (1). Центр осуществляет мониторинг за деятельностью предприятия и имеет возможность налагать на последнего штраф $\chi(W)$, зависящий от величины фактического ущерба.

Предположим, что на момент принятия решений участники (центр и предприятие) не знают размера фактического ущерба, а имеют лишь информацию о распределении вероятностей и используют ожидаемую полезность для устранения неопределенности. Таким образом, математическое ожидание целевой функции предприятия имеет вид:

$$f(u, v, \chi(\cdot)) = c u - z(u) - v - \int \chi(W) p(\alpha, W_0(u, v), W) dW \quad (5)$$

и зависит от выбираемой центром системы штрафов $\chi(\cdot)$ и действий u и v самого предприятия. Принципиально важно, что в рассматриваемой модели ни центр, ни предприятие на момент выбора своих стратегий не знают будущего значения величины ущерба.

Предприятие выберет действие из множества $P(\chi(\cdot))$ действий, доставляющих максимум математическому ожиданию его функции полезности, то есть:

$$P(\chi(\cdot)) = \text{Arg} \max_{u, v \geq 0} f(u, v, \chi(\cdot)). \quad (6)$$

Пусть выполнена гипотеза благожелательности (при прочих равных предприятие выбирает наиболее выгодные для центра действия [2]). Тогда задача центра заключается в выборе системы штрафов $\chi(\cdot)$, максимизирующей математическое ожидание критерия центра $E_W \Phi(u, v, W)$ (его функции полезности, выигрыша и т.д.) на множестве (6):

$$\max_{(u, v) \in P(\chi(\cdot))} E_W \Phi(u, v, W) \rightarrow \max_{\chi(\cdot)}. \quad (7)$$

Общего (для произвольных вероятностных распределений) аналитического решения задачи (7) на сегодняшний день не известно (см. достаточные условия оптимальности различных систем стимулирования в [4]), за исключением нескольких частных случаев, в числе которых – рассматриваемый ниже случай распределения Парето [5].

Фиксируем детерминированный уровень ущерба $w_0 \geq 0$. Вычислим действия предприятия, максимизирующие его выигрыш при условии непревышения этого уровня и соответствующий выигрыш:

$$S(w_0) = \text{Arg} \max_{\{u \geq 0, v \geq 0 | W_0(u, v) = w_0\}} [c u - z(u) - v], \quad (8)$$

$$f_0(w_0) = \max_{\{u \geq 0, v \geq 0 | W_0(u, v) = w_0\}} [c u - z(u) - v]. \quad (9)$$

Задача принятия решений предприятием, фактически, свелась к выбору того уровня ущерба w_0 , на который оно будет ориентироваться

$$P_0(\chi(\cdot)) = \text{Arg} \max_{w_0 \geq 0} [f_0(w_0) - \int_{w_0}^{+\infty} \chi(W) p(\alpha, w_0, W) dW]. \quad (10)$$

Задача выбора оптимальной по тому или иному критерию системы штрафов при условии, что поведение предприятия описывается (10), является хрестоматийной детерминированной задачей стимулирования, для которой в теории управления организационными системами накоплен большой опыт исследования [1, 3, 4].

Список литературы

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Механизмы управления эколого-экономическими системами. – М.: Физматлит, 2008. – 243 с.
2. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Экономические механизмы управления уровнем риска в природно-техногенной сфере // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций №4 – 2009, С.30-39.
3. Баркалов С.А., Бурков В.Н., Новиков Д.А., Шульженко Н.А. Модели и механизмы в управлении организационными системами. М.: Издательство «Тульский полиграфист», 2003. Том 1. – 560 с., Том 2 -380 с., Том 3 – 205 с.
4. Баркалов, С.А. Системный анализ и его приложения. [Текст] / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, П.Н. Курочка, В.И. Новосельцев – Воронеж «Научная книга» 2008. – 439 с.
5. Баркалов, С.А. Системный анализ и принятие решений. [Текст] / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, И.С. Суровцев, А.И. Половинкина // Воронежский гос. Университет 2010г. – 652 с.

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ШТРАФОВ

**Половинкина А.И. Воронежский ГАСУ, г. Воронеж,
Голев С.А., преподаватель ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС
МЧС России, г. Воронеж, Зенин А.Ю.
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж**

Безопасность региона в современных условиях должна обеспечиваться в первую очередь экономическими рычагами. Это связано с тем, что рыночная экономика ставит предприятия в такие условия, когда для них становится исключительно важной экономической составляющая. Поэтому и ставится задача разработки и введения в действие эффективных экономических механизмов, обеспечивающих практическую деятельность по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций путем привлечения требующихся для этого немалых инвестиций. Одним из эффективных экономических механизмов является механизм штрафов. Для его последующего анализа и совершенствования рассмотрим и сравним ряд типовых классов систем штрафов.

Линейная система штрафов. Рассмотрим линейную функцию штрафов вида

$$\chi_L(W) = \chi_0 + \mu W. \quad (1)$$

Тогда гарантированный ущерб w_0 и действия, выбираемые предприятием и приводящие к нему, будут зависеть от двух параметров системы штрафов – χ_0 и μ :

$$P_L(\chi_0, \mu) = \text{Arg} \max_{w_0 \geq 0} [f_0(w_0) - \chi_0 - \frac{\alpha \mu}{\alpha - 1} w_0]. \quad (2)$$

$$\text{Задачу } \max_{(u, v) \in P(\chi(\cdot))} E_W \Phi(u, v, W) \rightarrow \max_{\chi(\cdot)}$$

можно записать в виде следующей оптимизационной задачи:

$$\max_{w_0 \in P_L(\chi_0, \mu)} \max_{(u, v) \in S(w_0)} E_W \Phi(u, v, W) \rightarrow \max_{\chi_0, \mu \geq 0}. \quad (3)$$

Рассмотрим пример. Пусть $W_0(u, V) = b_0 u / V$, $z(u) = u^2 / 2r$. Тогда решение задачи $S(w_0) = \text{Arg} \max_{\{u \geq 0, v \geq 0 | W_0(u, V) = w_0\}} [c u - z(u) - v]$,

$$f_0(w_0) = \max_{\{u \geq 0, V \geq 0 | W_0(u, v) = w_0\}} [c u - z(u) - v].$$

имеет вид:

$$S = \{r(c - b_0/w_0), r b_0(c - b_0/w_0) / w_0\},$$

$$f_0(w_0) = \frac{rc^2}{2} + \frac{b_0 r}{w_0} \left(\frac{b_0}{2w_0} - c \right). \quad (4)$$

Если $\Phi(u, v, W) = -W$, то

$$E_W \Phi(u, v, W) = -\frac{\alpha}{\alpha - 1} w_0, w_0 \geq b_0 / c, \quad (5)$$

то есть центр заинтересован в минимизации гарантированного ущерба (последнее неравенство в (5) обеспечивает неотрицательность объемов производства, при которых достигается максимум выражения (4)).

Пусть $\alpha = 2$, $c = 1$, $b_0 = 4$, $r = 6$. Подставляя (4) в (2), можно найти комбинацию параметров (χ_0, μ) функции штрафа, при которых предприятию, максимизирующему целевую функцию

$$3 + \frac{24}{w_0} \left(\frac{2}{w_0} - 1 \right) - \chi_0 - 2 \mu w_0$$

выбором $w_0 \geq 4$, выгодно выбирать минимальный уровень гарантированного ущерба $w_0 = 4$. Вычислим выигрыш предприятия при выборе $w_0 = 4$ (отметим, что это достаточно экзотический случай – предприятие всю выручку от производства тратит на природоохранные мероприятия). Этот выигрыш равен $-\chi_0 - 8 \mu$. Потребуем, чтобы ожидаемый выигрыш предприятия был неотрицателен. Для этого достаточно взять $\chi_0 = -8 \mu$. Тогда легко найти минимальное значение μ , равное примерно 0,12, при котором максимум выигрыша предприятия будет достигаться при выборе минимального уровня гарантированного ущерба. Размер штрафа за уровень ущерба $w_0 = 4$ равен примерно -0,48 (отметим, что штраф отрицателен, то есть центр стимулирует предприятие за стремление минимизировать ожидаемый ущерб).

Компенсаторная система штрафов. Задача синтеза оптимальной компенсаторной системы штрафов заключается в нахождении такой системы штрафов $\chi_K(W)$, математическое ожидание которой с точностью до константы равно выигрышу предприятия (9):

$$\int_{w_0}^{+\infty} \chi_K(W) p(\alpha, w_0, W) dW - f_0(w_0) = \text{Const.} \quad (6)$$

Задача существенно усложнится, если на функции штрафов наложены дополнительные ограничения. Если условие (6) выполнено для любых w_0 , то математическое ожидание выигрыша предприятия не зависит от размера гарантированного ущерба, на который он ориентируется. Поэтому, в силу гипотезы благожелательности, предприятие выберет действия, наиболее предпочтительные с точки зрения центра.

В рамках рассматриваемого примера из (4) и (6) при $\alpha = 2$ получаем:

$$\int_{w_0}^{+\infty} \chi_K(W) d\left(\frac{1}{W^2}\right) = -\frac{rc^2}{2(w_0)^2} - \frac{b_0 r}{(w_0)^3} \left(\frac{b_0}{2w_0} - c\right). \quad (7)$$

Решение уравнения (17) имеет вид:

$$\chi_K(W) = \frac{rc^2}{2} + \frac{(b_0)^2 r}{(w_0)^2} - \frac{3cb_0 r}{2w_0}. \quad (8)$$

Для выбранных выше числовых значений параметров получаем:

$$\chi_K(W) = 3 + \frac{96}{(w_0)^2} - \frac{36}{w_0}.$$

На рис. 1 изображена компенсаторная система штрафов (график выигрыша предприятия (4) приведен пунктирной линией). Видно, что за невысокие величины ущерба (от 4 до 8) центр вынужден доплачивать предприятию (штраф отрицателен, но так как он входит в целевую функцию

предприятия со знаком минус, получается, что он в указанном диапазоне играет роль поощрения).

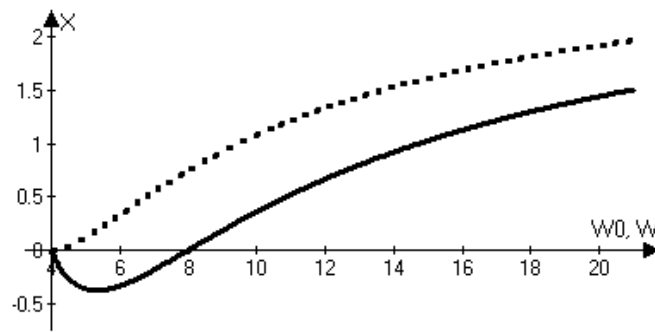


Рис.1. Компенсаторная система штрафов

Если предприятие выберет минимальное значение гарантированного ущерба, равное 4, то математическое ожидание размера штрафа равно нулю.

Ступенчатая система штрафов. Известно ([2, 3]), что и в детерминированном случае, и, зачастую, в условиях вероятностной неопределенности, оптимальна ступенчатая система штрафов. Поэтому исследуем систему штрафов

$$\chi_C(W_x, W) = \begin{cases} \chi_0, & W \geq W_x, \\ 0, & W < W_x, \end{cases} \quad (9)$$

в которой предприятие штрафуются на сумму χ_0 в случае, если ущерб превышает значение W_x (условно можно рассматривать этот показатель как предельно допустимый ущерб), и не штрафуются вовсе, если фактический ущерб меньше этой величины.

Вычислим математическое ожидание выражения (9):

$$E \chi_C(W_x, W) = \chi_0 \begin{cases} 1, & w_0 \geq W_x, \\ \left(\frac{w_0}{W_x}\right)^\alpha, & w_0 < W_x, \end{cases} \quad (10)$$

то есть предприятие безусловно штрафуются на максимальную величину, если ориентируется на минимальный ущерб, превышающий предельное установленное центром значение. В случае же, если он ориентируется на минимальный ущерб, не превышающий установленный центром, то штраф оказывается меньше. Далее задача сводится к выбору двух параметров системы штрафов (10), приводящих к наиболее предпочтительному для центра выбору предприятия:

В рамках рассматриваемого примера из (4) и (10) получаем, что задача, решаемая предприятием, имеет вид:

$$\frac{rc^2}{2} + \frac{b_0 r}{w_0} \left(\frac{b_0}{2w_0} - c\right) - \chi_0 \begin{cases} 1, & w_0 \geq W_x \\ \left(\frac{w_0}{W_x}\right)^\alpha, & w_0 < W_x \end{cases} \rightarrow \max_{w_0 \geq b_0/c} . \quad (11)$$

Найдем значения параметров функции штрафов (9), при которых предприятию выгодно выбирать минимальный уровень гарантированного ущерба $w_0 = 4$, и при этом (для сравнимости с рассмотренными выше системами штрафов) он будет получать нулевой ожидаемый выигрыш.

Подставляя выбранные выше числовые значения, из последнего условия получаем: $16 \chi_0 / W_x = 0$, что невозможно. Значит, невозможно ступенчатыми системами штрафов побудить предприятие выбрать данное действие. От этого недостатка ступенчатой системы штрафов можно легко избавиться, взяв в правой части выражения (9) вместо нуля отрицательную константу. Содержательно это объясняется тем, что штрафы (10) положительны («тяжелый хвост» распределения Парето приводит к тому, что, ориентируясь даже на минимальный ущерб, при достаточно большом предельно допустимом значении предприятие все равно будет оштрафован на конечную величину), то есть центр не может поощрять предприятие за низкий уровень ожидаемого ущерба.

На рис. 2 изображен выигрыш предприятия при использовании центром ступенчатой системы штрафов:

1) график выигрыша предприятия (4), то есть в отсутствии и штрафов, приведен пунктирной линией;

2) жирная непрерывная линия соответствует «слабым штрафам» – значениям $\chi_0 = 1, W_x = 8$;

3) тонкая штрихпунктирная линия соответствует ужесточению требований (по сравнению со вторым случаем), то есть снижению предельно допустимого ущерба: $\chi_0 = 1, W_x = 6$;

4) тонкая непрерывная линия соответствует ужесточению наказания: $\chi_0 = 2, W_x = 8$.

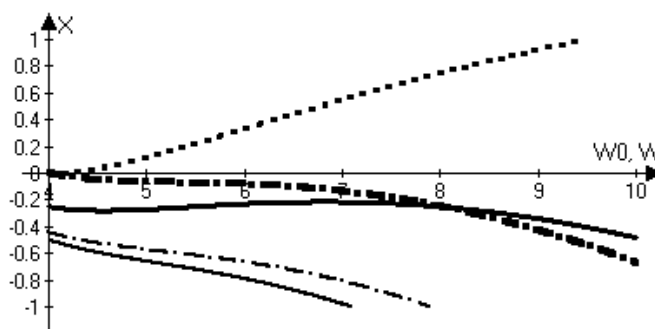


Рис. 2. Выигрыш предприятия при ступенчатой системе штрафов

Видно, что при слабых штрафах (случай 1) предприятие будет ориентироваться на ожидаемый ущерб примерно равный 7, то есть чуть меньше, чем в два раза больший минимально возможного. При ужесточении требований или ужесточению наказания (случаи 3 и 4 соответственно) предприятию выгодно выбирать минимальное значение ожидаемого ущерба, равное 4. Однако в последних двух случаях его выигрыш отрицателен.

Для того, чтобы сделать выигрыш предприятия при выборе $w_0 = 4$ равным нулю, в рассматриваемом примере достаточно использовать систему штрафов

$$\chi_\varepsilon(W_x, W) = \begin{cases} \chi_0, & W \geq W_x, \\ -\varepsilon, & W < W_x, \end{cases} \quad (12)$$

математическое ожидание которой равно

$$E \chi_{\varepsilon}(W_x, W) = \begin{cases} \chi_0, & w_0 \geq W_x, \\ -\varepsilon + (\chi_0 + \varepsilon) \left(\frac{w_0}{W_x} \right)^{\alpha}, & w_0 < W_x. \end{cases} \quad (13)$$

Выберем $\varepsilon = \chi_0 / 3$, тогда выигрыш предприятия (как и ожидаемый штраф!) при выборе $w_0 = 4$ равен нулю при $W_x = 8$. Например, множество тех значений χ_0 , при которых агенту выгодно выбирать минимальный уровень ожидаемого ущерба, в рассматриваемом примере определяется условием отрицательности целевой функции агента при любых $w_0 \geq 4$. при $\chi_0 = 1$ предприятию выгодно выбирать минимально возможный уровень ожидаемого ущерба – см. жирную штрихпунктирную линию на рис. 2.

Сравнение различных систем штрафов. Выше были рассмотрены три системы штрафов – линейная, компенсаторная и ступенчатая. Общим их характеристическим свойством является наличие двух режимов – при малом уровне ожидаемого ущерба предприятие поощряется, при большом – наказывается. Это свойство редко наблюдается на практике, так как обычно функции поощрения (стимулирования, мотивации) и наказания (контроля, надзора, обеспечения выполнения нормативных требований) выполняют различные органы. Тем более привлекательным представляется совмещение в одном механизме управления обеих этих черт.

Рассмотренные системы штрафов имеют различную содержательную интерпретацию: в линейном механизме штрафов имеется ставка платы за ущерб, в компенсаторном от предприятия требуется «компенсация» нанесенного им ущерба, в ступенчатой системе штрафов предприятие наказывается за нарушение нормативов (последний случай наиболее близок к используемым на практике мерам административного воздействия на нарушителей экологических нормативов).

С точки зрения предприятия во всех трех случаях он получает при минимальном уровне ожидаемого ущерба одинаковый выигрыш. С точки зрения центра в первом случае он несет большие ожидаемые затраты – см., табл. 1 в которой представлена сводка результатов настоящего раздела (числовые данные соответствуют рассмотренному примеру).

Таблица 1. Сравнение различных систем штрафов

Система штрафов	Выражение	Выбор предприятия (w_0)	Математическое ожидание выигрыша предприятия	Математическое ожидание затрат центра
Линейная	(11)	4	0	0,48
Компенсаторная	(16)	4	0	0
Ступенчатая	(22)	4	0	0

Следует отметить, что, используя приведенную технику анализа механизмов стимулирования снижения ожидаемого ущерба, можно решать задачи синтеза оптимальных систем штрафов более сложного вида, в том числе – при наличии ограничений и т.д. Кроме того, следует помнить, что рассматривался случай внешней неопределенности, то есть считалось, что внутренняя неопределенность отсутствует – центр полностью информирован о всех существенных параметрах. Учет внутренней неопределенности можно производить по аналогии с тем, как это делалось в [1, 4].

Список литературы

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Механизмы управления эколого-экономическими системами. – М.: Физматлит, 2008. – 243 с.
2. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Модели и механизмы управления эколого-экономическими системами // Проблемы управления. – 2009, №1. С. 2-7.
3. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Экономические механизмы управления уровнем риска в природно-техногенной сфере // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций №4 – 2009, С.30-39.
4. Баркалов, С.А. Системный анализ и его приложения. [Текст] / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, П.Н. Курочка, В.И. Новосельцев – Воронеж «Научная книга» 2008. – 439 с.

ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РАБОТЕ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Скляр К.А., к.т.н., доцент,
Сушко Е.А., к.т.н. доцент,
Переславцева С.А.
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж

Уровень пожарной опасности производственных объектов за прошедший период повысился в несколько раз, что не нашло адекватного отражения в новых методиках и нормативной базе.

Процесс распространения взрывопожароопасных вредных веществ тяжелее воздуха в производственных помещениях с незначительными удельными теплоизбытками (до 30 Вт/м³) остается все еще мало изученным. Проблема совершенствования метода расчета установки газоанализаторов в производственных помещениях с выделениями взрывопожароопасных веществ тяжелее воздуха от технологического оборудования является весьма актуальной, так как позволит улучшить противопожарную защиту и одновременно снизить степень риска работающего персонала.

Рассмотрим построение математической модели полей концентраций нестационарных источников вредностей, учитывающей неравномерность распределения скоростей воздуха и коэффициентов турбулентного обмена по объемам помещений.

Запишем уравнение турбулентного обмена для источника вредностей:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} + w \frac{\partial c}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} A_c \frac{\partial c}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} A_c \frac{\partial c}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} A_c \frac{\partial c}{\partial z} = f(x, y, z, t), \quad (1)$$

где u, v, w – скорость воздушного потока по направлениям; A_c – коэффициенты турбулентного обмена; c – концентрация взрывопожароопасных веществ в воздухе.

Решение уравнения (1) можно записать в векторно-матричной форме:

$$\dot{Q} = KQ + F(t). \quad (2)$$

Матрица приведенных кратностей K описывает массообмен в изучаемом объеме. Каждому способу и величине воздухообмена соответствует своё распределение воздушных потоков и коэффициентов турбулентного обмена, а следовательно, и своя постоянная матрица K . Начальным условием для решения системы является: $t = 0, Q = Q_0$, где Q_0 – столбец, составленный из начальных концентраций в объемах, т.е. из значений концентраций в начальный момент времени t_0 . Вектор-функция $F(t)$ описывает интенсивность выделения вредностей технологическим оборудованием с учетом размещения источников вредностей в вентилируемом помещении.

Математическую модель динамики полей концентраций нестационарных источников можно получить, если для исследуемого помещения или системы сообщающихся между собой помещений известен

коэффициент неравномерности концентрации по высоте помещения, определяемый по формуле:

$$\eta = \frac{C_z - C_n}{C_g - C_n}, \quad (3)$$

где C_z – концентрация срабатывания газоанализатора, мг/м³; C_n – концентрация в приточном воздухе, мг/м³; C_g – концентрация в удаляемом из помещения воздухе, мг/м³.

Значение коэффициента зависит от способа воздухообмена, типа воздухоораспределительного устройства, взаимного расположения приточных и вытяжных отверстий относительно источников взрывопожароопасных веществ и ряда других факторов [3]. Выразим концентрацию срабатывания газоанализаторов:

$$C_z = C_n + (C_g - C_n)\eta. \quad (4)$$

Рассмотрим систему из n сообщающихся между собой объемов и помещений. Допустим, что воздух может перетекать из одного помещения (объема) в другое. Составим уравнение материального баланса по вредности 1-го объема:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n c_{ej} L_{ij}^{ne} dt + \sum_{j=1}^n c_j L_{ij}^n dt + \sum_{j=1}^n A_{ij} \frac{S_{ij}}{l_{ij}} (c_j - c_i) dt + G(t) dt - \\ - \sum_{j=1}^n c_{ej} L_{ij}^{ee} dt - \sum_{j=1}^n c_i L_{ij}^e dt = V_i dc_i. \end{aligned} \quad (5)$$

где c_{ej} – концентрация вредности в верхней зоне j -го помещения, мг/м³; c_j – концентрация вредности в рабочей зоне j -го помещения, мг/м³; c_i – концентрация вредности в i -м помещении, мг/м³; L_{ij}^{ne} – приток из верхней зоны j -го помещения, м³/с; L_{ij}^n – вытяжка из верхней зоны i -го помещения, м³/с; L_{ij}^{ee} – вытяжка из рабочей зоны i -го помещения, м³/с; A_{ij} – средний коэффициент турбулентного обмена помещений i и j , м²/с; S_{ij} – площадь проема между помещениями i и j , м²; l_{ij}^e – расстояние между центрами объемов помещений i и j , м; $G(t)$ – количество вредностей, выделяемых источником вредностей, мг/с.

В левой части уравнения (5) находятся члены, определяющие количество вредности, поступающее в помещение с приточным воздухом, переносимое турбулентным обменом из соседних помещений, выделяющееся из оборудования и удаляемое с приточным воздухом за время dt . Разность поступления и удаления вредности за время dt равна изменению его содержания. Подставляя значение C_z из выражения (4) в уравнение (5) получим:

$$\sum_{g=1}^n [c_{nj} + (c_j - c_{nj})] \eta_{L_j} L_{ij}^{n_g} dt + \\ + \sum_{j=1}^n c_j L_{ij}^n dt + \sum_{j=1}^n A_{ij} \frac{S_{ij}}{l_{ij}} (c_j - c_i) dt + G(t) dt - \sum_{j=1}^n [c + (c_j - c_{nj}) \eta_{L_j}];$$

$$L_{ij}^{n_g} dt - \sum_{j=1}^n c_j L_{ij}^g dt = V_i dc_i.$$

(6)

Прогнозируя поступление взрывопожароопасного вещества из оборудования и отношение массы вышедшего вещества к максимально возможному, определим время выхода t :

$$t = \frac{V}{\mu F} \left(\chi \left(\frac{2}{\chi + 1} \right)^{\frac{\chi + 1}{\chi - 1}} \right)^{-\frac{1}{2}} \sqrt{\frac{\mu}{RT}} \ln \left(1 - \frac{\Delta M}{M} \right)^{-1}, \quad (7)$$

где V – объем оборудования; F – площадь сечения отверстия аварийного истечения; μ – коэффициент расхода отверстия; χ – показатель адиабаты; R – газовая постоянная; T – температура взрывопожарной смеси; ΔM – масса вышедшего взрывопожароопасного вещества; M – масса максимально возможного взрывопожароопасного вещества в объеме оборудования.

Математическая модель динамических процессов разработана для случая, когда известен коэффициент неравномерности концентрации по высоте. Дифференциальное уравнение материального баланса по газова выделениям при концентрации взрывопожароопасных веществ в приточном воздухе, равной нулю, имеет вид:

$$M(t) dt - C_g L_g \eta dt = V dC \quad (8)$$

и

$$M + \frac{L_g C_g \eta}{V} = \frac{M(t)}{V}, \quad (9)$$

имеем

$$\eta = \frac{M(t) - M V}{L_g C_g},$$

(10)

где $M(t)$ – интенсивность выделения взрывопожароопасных веществ источником, мг/с; V – вентилируемый объем помещения, м³; L_g – объемный расход удаляемого воздуха, м³/ч; C_g – концентрация взрывопожароопасных веществ в удаляемом воздухе, мг/м³.

С помощью натуральных исследований выявить истинную картину распределения взрывопожароопасных веществ затруднительно, так как невозможно создать аварийную ситуацию для проведения натуральных исследований. За натурными испытаниями остается лишь огромная роль

проверочного звена. Метод воздушно-теплового моделирования свободен от перечисленных недостатков натурального эксперимента. Он дает возможность производить экспериментальные работы с исключением второстепенных и регулированием основных факторов. Путем моделирования можно с большой точностью установить степень влияния любого единичного фактора на всю работу систем пожарной сигнализации.

Список литературы

1. Сушко Е. А. Промышленная безопасность при проектировании систем пылеудаления дробильных производств / Е. А. Сушко, С. П. Аксенов // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. — 2008. — № 2 (10). — С. 162—173.
2. Колодяжный С. А. Организация воздухообмена в компрессорных химических производств / С. А. Колодяжный // Научно-технические проблемы систем теплоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения: межвуз. науч. сб. — Воронеж: ВГАСУ, 2002. — С. 147—149.
3. Потапова С. О. Определение зависимости диаметра патрубка и расхода отсасываемого воздуха от конструктивных размеров технологического оборудования / С. О. Потапова, К. А. Скляр, О. Н. Филатова // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. — 2010. — № 4. — С. 146—150.
4. Скляр К. А. Расчет параметров промышленной безопасности местной вентиляции производственных помещений / К. А. Скляр, С. О. Потапова, О. Н. Филатова // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. — 2010. — № 4. — С. 151—155.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

**Трибунских О.А. доцент, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

В настоящее время подразделения МЧС ведут активную работу по созданию баз данных, которые содержат информацию о силах и средствах привлекаемых к ликвидации чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах. Эта информация позволяет моделировать различные угрозы, разрабатывать варианты предупреждения и ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций. Базы данных МЧС содержат уже готовые планы ликвидаций пожаров и эффективный инструмент поиска готового варианта решения. Готовый вариант либо корректируется, либо сразу принимается к исполнению.

В соответствии с [1], для ведения автоматизированного учета МЧС России организует разработку программного обеспечения для сбора, обработки и хранения информации с использованием баз данных.

С целью повышения скорости и создания универсального инструмента определения параметров пожарной опасности создано информационное обеспечение на базе пакета Microsoft Office. Табличный процессор Excel используется для решения расчетных задач, например, определения избыточного давления. С помощью СУБД Access создана база данных, которая осуществляет функции хранения и поиска информации о пожароопасных и физико-химических свойств веществ. Алгоритм работы информационного продукта состоит из следующих шагов:

- отбор из базы данных веществ, определяющих категорию для исследуемого помещения. При совпадении веществ с результатами отбора проверяем отношение этого помещения к наиболее опасной категории;
- физико-химических свойства вещества из базы данных записываются в ячейки электронной таблицы для использования при проведении расчетов;
- производится расчет избыточного давления взрыва для индивидуального вещества и делается вывод по принадлежности помещения к определенной категории.

Список использованной литературы

1. Приказ МЧС от 26 августа 2009 г. № 496 «Об утверждении положения о системе и порядке информационного обмена в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

С.Н. Тростянский, профессор, д.т.н., Ю.Н. Зенин, начальник института, Г.А. Бакаева, доцент, к.т.н.
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж

Целью данной работы является представление теоретической модели, описывающей количественную зависимость вероятности возникновения пожаров на хозяйственных объектах различных форм собственности в зависимости от статистически измеряемых социально-экономических и административно-правовых факторов.

Количество пожаров, возникающих на хозяйственных объектах различных форм собственности за единицу времени на определённой территории в соответствии с [1], определяется соотношением:

$$K = K_n + K_p, \quad (1)$$

где K_n - количество пожаров обусловленных непрофилактируемыми ГПС факторами, K_p - количество пожаров, обусловленных профилируемыми ГПС факторами. Полагая, что K_p находится в зависимости от C - экономического уровня правонарушений пожарной безопасности на объектах различных форм собственности, определяющего долю собственников хозяйственных объектов, которым выгодно экономить средства за счёт несоблюдения требований пожарной безопасности, получим, что

$$K_p(C) = kN_p = kCN, \quad (2)$$

где k – коэффициент пропорциональности между количеством пожаров, обусловленных профилируемыми факторами и N_p – количеством хозяйственных объектов, имеющих нарушения требований пожарной безопасности, $N_p = CN$, N – общее количество хозяйственных объектов на данной территории. Тогда, вероятность возникновения пожаров:

$$P = \frac{K}{N}, \quad (3)$$

и из формул (1) и (2), вероятность возникновения пожаров определяется соотношением

$$P = P_n + P_p = P_n + kC, \quad (4)$$

где через P_n и P_p обозначены, соответственно, непрофилактируемая и профилируемая ГПС вероятности возникновения пожаров.

Вычисление величины экономического уровня правонарушений пожарной безопасности C можно произвести на основе экономических моделей рационального правонарушителя, которые стали интенсивно развиваться с момента появления фундаментальной работы Г. Беккера [2]. Следуя логике работы [2], ожидаемый уровень правонарушений пожарной

безопасности на объектах различных форм собственности пропорционален экономическому множителю правонарушений C , определяемому формулой:

$$C = \int_{f_1c_1+f_2c_2+f_3c_3}^{\infty} \frac{\ln((1-p) \cdot (b-f_1c_1-f_2c_2-f_3c_3)/p)}{\int_0^{\infty} \rho_{\mu,\sigma_u}(u) \rho_{\eta,\sigma_b}(b) du db} \quad (5)$$

где: $\rho_{\mu,\sigma_u}(u)$ — логнормальная плотность распределёния случайной величины убытков u собственников объектов от пожаров, μ — среднее значение для соответствующего распределения величины убытков от пожаров, σ_u — дисперсия распределения величины убытков от пожаров; $\rho_{\eta,\sigma_b}(b)$ — логнормальная плотность распределения случайной величины противоправных доходов b в единицу времени от экономии на нарушении требований пожарной безопасности со средним значением для соответствующего распределения η и дисперсией σ_b ; p — вероятность возникновения пожаров за единицу времени; c — величина штрафных санкций за нарушение требований пожарной безопасности в единицу времени; f — вероятность штрафных санкций. Индексы 1, 2 или 3 относятся к вероятностям и штрафным санкциям, наложенным на физические, должностные или юридические лица. Логнормальный вид функции плотности распределения убытков от пожаров $\rho_{\mu,\sigma_u}(u)$ подтверждается анализом статистических данных, представленных в [3] на основе материалов российской и зарубежной статистики по количеству пострадавших и величине материального ущерба от пожаров и взрывов. Логнормальный вид функции $\rho_{\eta,\sigma_b}(b)$, связанной с доходами от экономии на требованиях пожарной безопасности объектов следует, исходя из статистических данных, представленных в работе [4] о распределении доходов населения.

Количество объектов, имеющих нарушения требований пожарной безопасности при некоторых стационарных экономико-правовых условиях, характеризуемых состоянием с экономическим множителем правонарушений C_i в некоторый момент времени t_i определяется как $N_p(C_i) = C_i N$, где N — общее число хозяйственных объектов различных форм собственности. Рассмотрим динамику переходного процесса из состояния $N_p(C_0)$ в состояние $N_p(C_1)$ при изменении величины функции $C_i(p, \mu, f, \eta, c)$ с изменением её аргументов, от C_0 до C_1 , где $C_0 > C_1$, например, при изменении величины штрафных санкций после введения в действие Федерального Закона N 120 от 03.06.2011. При этом количество объектов $N_p(t)$, имеющих нарушения требований пожарной безопасности меняется за время Δt на величину:

$$\Delta N_p = g(N_{p_1} - N_{p_0}) \Delta t = gN(C_1 - C_0) \Delta t, \quad (6)$$

где g – вероятность выполнения требований пожарной безопасности за единицу времени, собственниками объектов, которым выполнение требований пожарной безопасности при изменении экономического множителя правонарушений $C_i(p, \mu, f, \eta, c)$ становится выгодно. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику переходного процесса имеет вид:

$$\frac{dN_p(t)}{N_p(t)} = -g \left(1 - \frac{C_1}{C_0}\right) dt, \quad (7)$$

решением которого является функция

$$N_p(t) = N_p(t_0) \cdot \exp\left(-g \frac{\Delta C_{01}}{C_0} (t - t_0)\right). \quad (8)$$

Тогда, согласно (2) и (3), вероятность возникновения пожаров по профилактируемым ГПС причинам изменяется со временем по формуле:

$$P_p(t) = P_p(t_0) \exp\left(-g \frac{\Delta C_{01}}{C_0} (t - t_0)\right). \quad (9)$$

Так как согласно [1], непрофилактируемая ГПС вероятность возникновения пожаров мало меняется со временем $P_n(t) \approx P_n$, то из (4) следует, что динамика полной вероятности возникновения пожаров в определённый единичный интервал времени:

$$P(t) = P_n + P_p(t_0) \exp\left(-g \frac{\Delta C_{01}}{C_0} (t - t_0)\right). \quad (10)$$

Эта формула, аналогична эмпирической формуле, представленной в работе [1], на основании обработки статистических данных о динамике количества пожаров на определённых территориях и позволяет понять смысл и механизм расчёта показателя экспоненциального спада для вероятности $P(t)$.

Список литературы

1. Белозеров В.В., Богуславский Е.И., Тетерин И.М. Адаптивная система пожарной безопасности. Интернет-журнал “Технологии техносферной безопасности” Вып. №1(11) – февраль 2007 г. Номер гос.регистрации – 0420700050/0006.
2. Becker G. Crime and Punishment: An Economic Approach // Journal of Political Economy.— 76.— 1968.— P. 169—217.
3. Акимов В.А., А.А. Быков, Е.Ю. Щетинин. Введение в статистику экстремальных значений и её приложения: монография. – МЧС России. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. — 524 с.
4. Суворов А.В. Проблемы анализа дифференциации доходов населения и построения дифференцированного баланса денежных доходов и расходов населения / А.В. Суворов // Проблемы прогнозирования.— 2001.— № 1.— С. 58—74.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ВСПУЧИВАЮЩЕГОСЯ ПОКРЫТИЯ

Шаршанов А.Я., к.ф.-м.н., доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Распространенным способом защиты тел от нагревания является нанесение на поверхность тела теплоизоляционных покрытий. Одним из таких покрытий является способное вспучиваться ксерогелевое неорганическое покрытие СК-1, эффективность которого была подтверждена экспериментально [1]. Целью данной работы является моделирование поведения покрытия СК-1 на основе предложенной ранее математической модели поведения вспучивающегося теплоизоляционного материала [2].

Описанию поведения вспучивающихся покрытий посвящено значительное количество работ (см. обзор [3]), одной из задач которых является увязка экспериментальных данных с имеющимися теоретическими моделями. Как правило, в моделях сразу предполагается конкретный вид функциональных зависимостей с набором неопределенных коэффициентов, и задача сводится к определению численного значения этих коэффициентов (см. например [4]). Указанная методика затрудняет обоснование вида зависимостей. Более последовательным является подход, опирающийся на законы сохранения. Он позволяет хотя бы в принципе, оценивать сделанные упрощения. Модель такого типа [2] используется в данной работе. Основой модели является взгляд на вещество покрытия, как на смесь более простых веществ, которые при нагревании способны образовать компоненту в газовой фазе. В области температур, в которой покрытие ведет себя подобно жидкости, наличие газовой компоненты приводит к вспучиванию. На начальной стадии вспучивания вкрапления газа локализованы. Далее при достижении некоего критического удельного объема покрытия газовые полости объединяются в каналы, в результате чего газовая фаза делокализуется, приводя к соответствующему тепломассопереносу.

В данном предварительном исследовании предполагалось несколько дополнительных упрощений:

1) состав покрытия содержит только шесть компонент - одну химически инертную (n) и одну активную компоненту (a_0), которая при нагревании претерпевает два эндотермических превращения: сначала дегидратацию (с образованием водяного пара (g_1)) и активной компоненты (a_1), которая далее распадается на инертные конденсированную (c) и газовую компоненты (g_2);

2) в области делокализации давление газа остается постоянным, а противоречащие этому условию излишки газа удаляются из покрытия вместе с соответствующей энергией мгновенно (а не по законам гидродинамики);

3) защищаемый деревянный образец ведет себя как химически инертное вещество.

Система дифференциальных уравнений в частных производных модели [2] решалась численно при различных соответствующих экспериментах начальных толщинах защитного покрытия 1÷3 мм, температурах пламени $t_f = 850 \div 1150^\circ\text{C}$ и фиксированной толщине деревянной пластины 15 мм. В результате получались и анализировались, пространственно временные зависимости температуры покрытия, коэффициента вспучивания, коэффициента теплопроводности, доли активного компонента. Полученные модельные зависимости подгонялись под экспериментальные варьированием свободных параметров.

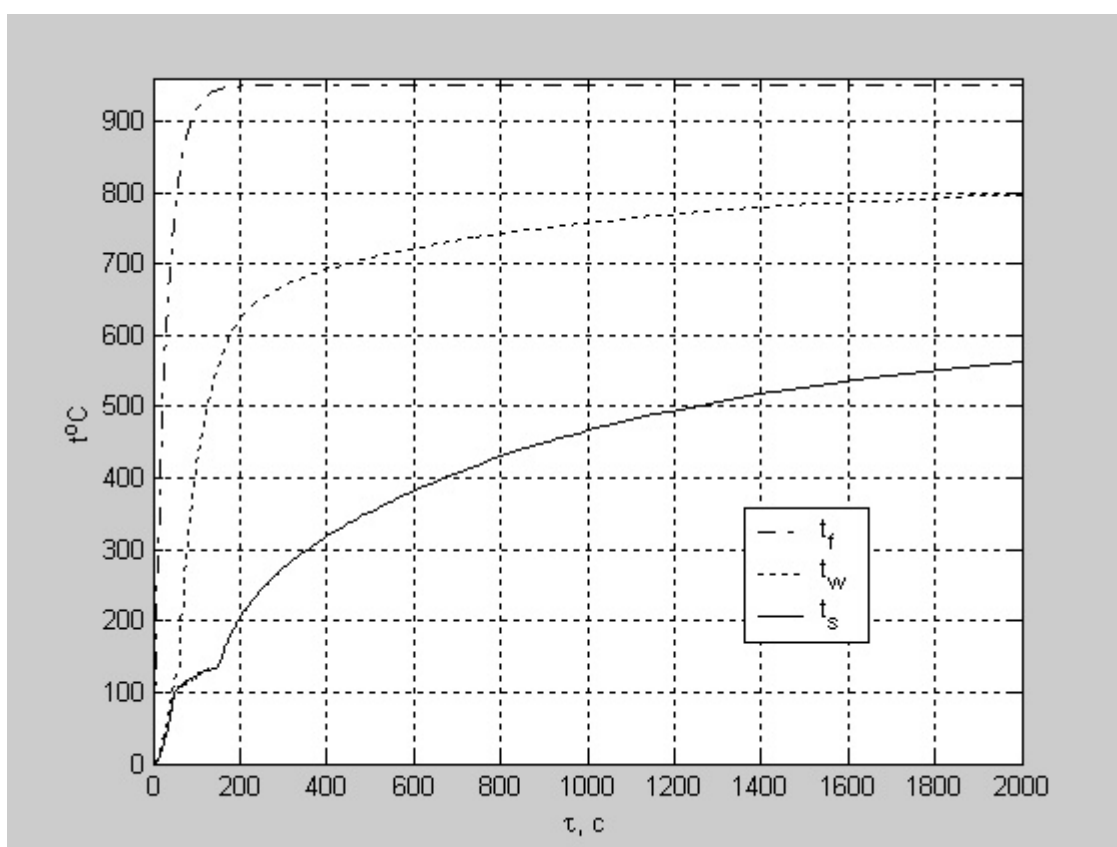


Рисунок 1 – Графики модельной зависимости температур от времени τ огневого воздействия

На рисунке 1 приведена типичная модельная зависимость температур пламени t_f , внешней (контактирующей с пламенем) t_w и внутренней (прилегающей к защищаемому материалу) t_s поверхности вспучивающегося покрытия. Сравнение данных кривых с экспериментальными температурными зависимостями, представленными в работе [1], показывает, что в рамках предложенного подхода [2] возможно адекватное описание действия защитного покрытия. Повышение точности описания возможно потребует учета реакций большего числа компонент покрытия. Кроме того осмотр подвергшихся огневому испытанию деревянных пластин показал, что под защитным слоем, дерево подверглось существенной деструкции.

Последнее обстоятельство указывает на необходимость для описания защиты деревянных поверхностей усложнить модель (введя в неё учет пиролиза древесины), а для задачи определения свойств непосредственно защитного материала упростить экспериментальную ситуацию, нанося покрытие на металлические пластины.

Список литературы

1. Чернуха А.А. Экспериментальное исследование температуропроводности вспучивающихся огнезащитных покрытий для древесины. // Проблемы пожарной безопасности. 2011. Вып. 30. С. 263-267.
2. Шаршанов А.Я. Математическая модель вспучивающихся огнезащитных покрытий. // Проблемы пожарной безопасности. 2011. Вып. 30. С. 273-280.
3. Ненахов С.А., Пименова В.П. Физико-химия вспучивающихся огнезащитных покрытий на основе полифосфата аммония. // Пожаровзрывобезопасность. 2010. Т.19. № 8. С. 11-58.
4. Страхов В.Л., Гарашенко А.Н., Рудзинский В.П. Математическое моделирование работы водосодержащих вспучивающихся огнезащитных покрытий. // Пожаровзрывобезопасность. 2003. Т.12. № 1. С. 39-46.

Секция № 5

Технологии контроля и прогнозирования свойств веществ, материалов и изделий

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ВЗРЫВА ЛВЖ

Алексеев С.Г., с.н.с., к.х.н., доцент, чл.-корр. ВАН КБ,
Барбин Н.М., с.н.с., д.т.н., к.х.н.
Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург

В прогнозировании возможных последствий взрыва ЛВЖ ключевую роль играют расчетные методы определения избыточного давления взрыва (далее $\Delta P_{\text{взр}}$). В нашей стране различными ведомствами разработаны свои методики вычисления $\Delta P_{\text{взр}}$ для широкого круга аварийных ситуаций. Данные методы расчета $\Delta P_{\text{взр}}$ действуют независимо друг от друга, поэтому сравнительный анализ этих методик представляет не только научный, но и практический интерес.

Нами на примере взрыва паров авиационного топлива на открытой площадке сделан критический анализ методик определения $\Delta P_{\text{взр}}$, приведенных в РБ Г-05-039-96, РД 03-409-01, СП 12.13130.2009, ГОСТ Р 12.3.047-98, ПБ 09-540-03 и СТО Газпром 2-1.1-321-2009, в ходе которого выявлены недостатки и узкие места данных методик. Показано, что результаты расчета $\Delta P_{\text{взр}}$ по вышеперечисленным методикам плохо согласуются между собой.

На примере широкого круга органических растворителей в диапазоне температур от 20 до 70 °С проведен сравнительный анализ методики ВНИИПО и метода Карлссона-Квинтая по расчету избыточного давления взрыва в закрытых помещениях. Найдено, что для неуглеводородных растворителей данные методы расчета дают сопоставимые прогнозы $\Delta P_{\text{взр}}$. Обнаружены также недочеты этих методик.

Проанализированы существующие подходы к ранжированию ЛВЖ по взрывоопасности. Показано, что для этой цели наиболее подходит критерий – удельный безопасный объем помещения.

В заключение следует отметить, что существующая на сегодняшний день ситуация по прогнозированию $\Delta P_{\text{взр}}$ требует проведения серии натуральных испытаний для выявления наиболее приемлемой методики расчета $\Delta P_{\text{взр}}$.

К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ ГОРЮЧЕСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ ОЗОНИРОВАНИЯ

Афанасенко К.А., преподаватель
Михайлюк А.П., профессор, к.х.н., доцент
Национальный университет гражданской защиты, г. Харьков

Разработка эффективных путей создания негорючих конструкционных материалов на основе полимеров – актуальная проблема большой экономической важности. В плане технологии и реализации комплекса эксплуатационных свойств особый интерес приобрели методы физико-химического воздействия на материал. Не менее важное значение имеет модификация готовых, уже синтезированных полимеров и материалов на их основе. В этом случае прибегают либо к объемной, то есть по всей массе материала, либо к поверхностной модификации. Модификация поверхностных слоев полимерных материалов приобретает особый интерес для изделий с развитой поверхностью – пленок, волокон, тканей, а также армированных композиционных материалов на их основе.

По ряду сообщений [1, 2], термообработка в вакууме, токе воздуха и при различных давлениях кислорода приводит к двукратному повышению кислородного индекса полимерного материала без заметного снижения его механических свойств. В указанных работах авторы уклонялись от подробного описания методики проводимого эксперимента, однако привели ряд интересных особенностей, которые, по-нашему мнению, отражают природу наблюдаемого явления. Так, показано, что наиболее вероятным путем образования хромофорных фрагментов сетки, авторы проводимых исследований считали окисление ароматического ядра амина и эпоксида, что приводит к возникновению хиноидной структуры.

Известно, что образование хинонов имеет место при реакции озона с ароматическими углеводородами. Причем озонированию подвержены производные бензола, нафталин, а также полициклические ароматические углеводороды [4]. Были проведены исследования релаксационных свойств сетчатых полимеров и армированных материалов на их основе [5]. В ходе зондирования образца токами термически стимулированной деполяризации было установлено то, что преполимер также был склонен к глубокому изменению окраски. После набора в пакет и формовки из слойпрегов по регламенту тепловой обработки готовый композит приобретал повышенную огневую стойкость, что подтверждалось значениями кислородного индекса его не менее 40%.

Для нахождения общих закономерностей физической модификации композиционных материалов в данной работе приводятся сравнительные экспериментальные данные поверхностной обработки образцов реактопласта в электрополе постоянного тока между стальными электродами и непосредственно в камере озонирования, подсоединенной к лабораторному генератору озона.

Кислородный индекс измеряли по стандартной методике на монослойных образцах размером 10 x 70 мм. Параллельно с измерением кислородного индекса следили за спектральными характеристиками материала в ИК-области, потерей массы, диэлектрическими и механическими характеристиками. Исследовалось характерное изменение спектров поглощения эпоксифенольных полимерных матриц в области 1600-1750 см⁻¹. Сопоставление экспериментальных данных указывает на то, что системы прошедшие обработку в электрополе и камере озонирования проявляют аналогичный контур кривых поглощения. В условиях нашего эксперимента происходит одновременный рост полос поглощения в областях 1600-1650 и 1700-1750 см⁻¹, что в свою очередь указывает на параллельное развитие двух процессов – окисление и сопряжение фрагментов полимерной матрицы.

Следует отметить, что на глубоких стадиях термообработки, как в электрополе, так и при озонировании структура конечного материала оказывается слабо связанной со структурой исходного полимера. Материал приобретает жесткость, что выражается в повышении динамического модуля упругости в стеклообразном и высокоэластическом состоянии. Последнее обстоятельство указывает на отсутствие заметных деструкционных процессов внутри материалов.

Таким образом, мы считаем, что термическая обработка стеклопластиков, как в электрополе, так и в камере озонирования в течении указанного времени приводит к накоплению в матрице хиноидных структур, которые проявляются как хромофоры. Накопление хиноидных структур облегчает последующее дегидрирование ароматических фрагментов с образованием сопряженных структур. В таких условиях может происходить конденсация хиноидных фрагментов с акролеином.

Различие в химической структуре поверхностных слоев материала до и после обработки подтверждено данными измерения электропроводности монослойных пленок различной толщины. Первоначально, исходная эпоксифенольная композиция являлась диэлектриком с относительно высоким удельным объемным сопротивлением ($\rho = 2,4 \cdot 10^{16}$ Ом·см). В результате жесткой термообработки удельное сопротивление снижалось: в электрополе – на 2 порядка, а в условиях непосредственного озонирования ~ на 3 порядка. И в том и в другом случае наблюдаемые изменения соответствуют наличию близкой по строению развитой полисопряженной структуры полимерной матрицы. При уменьшении толщины обрабатываемой пленки до 250-270 мкм наблюдается усиление модификации структуры (см. табл. 1). Однако следует отметить, что при этом образцы укладываются в общую тенденцию снижения горючести при допустимом снижении его толщины.

Электросопротивление и показатели горючести стеклопластиков

Толщина образца, мкм	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	Кислородный индекс, %	Коксовый остаток, %
250-270	$4,4 \cdot 10^{12} / 5,8 \cdot 10^{11}$	34,7 / 37,2	26,0 / 28,8
350-380	$1,8 \cdot 10^{14} / 2,7 \cdot 10^{13}$	35,8 / 39,4	22,3 / 21,5

Примечание. Образцы после термообработки: числитель – в электрополе; знаменатель – прямого озонирования.

Таким образом, исходя из приведенных результатов, метод контактной поляризации образца стеклопластика в электрополе постоянного тока аналогичен по действию прямого озонирования на конденсированный материал. При этом достигаемые результаты повышения кислородного индекса эпоксифенольного стеклопластика определяются степенью прохождения физико-химических превращений в полимерном связующем выше его температуры стеклования. Степень структурных изменений по толщине монослойного образца происходит неравномерно, сохраняя среднюю его часть немодифицированной. Следовательно, термообработку в условиях контактной поляризации или прямого озонирования следует считать методами не объемной, а поверхностной модификации. В обоих случаях материал приобретает пониженную горючесть без применения каких-либо антипиреновых добавок, что существенно упрощает технологию его получения.

Список литературы

1. Иванов Б.А. Безопасность применения материалов в контакте с кислородом. М.: Химия, 1974.- 288с.
2. Берлин А.А. . Принципы создания композиционных полимерных материалов // А.А. Берлин , С.А. Вольфсон , В.Г. Ошмян , Н.С. Ениколопов. - М.: Химия, 1990.- 240с.
3. Разумовский С.Д. Озон и его реакции с органическими соединениями (кинетика и механизм) // Разумовский С.Д., Заиков Г.Е. - М.: Наука, 1974.- 322с.
4. Билым П.А. Особенности термически стимулированной деполяризации сетчатых полиэпоксидов / П.А. Билым , А.П. Михайлюк , В.С. Нехаев // Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Электроэнергетика и преобразовательная техника», 2005. - вып. 42.- С. 60-64.

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ ВАЛА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ПОЖАРНЫХ НАСОСОВ

Баркалов В.Г., Кривошей Б.И., к.т.н., доцент,
Ларин А.Н., д.т.н., профессор,
Чигрин В.В.

Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков

Одной из причин преждевременного выхода насоса из строя, при тушении пожара, может быть вибрация. Она возникает в результате: дисбаланса рабочего колеса; кавитации; излома, обрыва лопаток рабочего колеса; неплотного прилегания основы подшипниковых опор; ослабление крепления пожарного насоса (ПН) к раме автомобиля. При проведении технического обслуживания ПН не предусмотрена операция, которая могла бы обнаружить повышенный уровень вибрации того или иного соединения, узла, а также оценить его остаточный ресурс [1].

В работе [2] была рассмотрена вибрация насоса, которая возникала в результате дисбаланса привода электродвигателя или разрушения фундамента. Были предложены методы и средства контроля и мониторинга технического состояния насосных агрегатов по спектральным параметрам вибрации. В данной работе не был рассмотрен вопрос возникновения дисбаланса в результате попадания в полость насоса постороннего предмета и влияние его на долговечность подшипникового узла.

Целью работы является определение величины радиальной нагрузки на подшипниковый узел и расчет его на долговечность при появлении дисбаланса рабочего колеса.

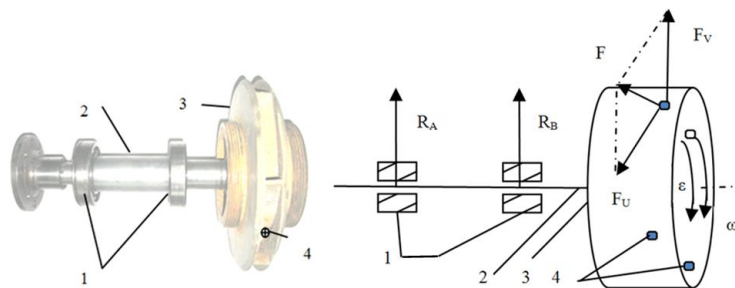


Рисунок 1 - Расчетная схема центробежного пожарного насоса
1 - подшипники, 2 - вал, 3 - рабочее колесо, 4 - щебень (инородное тело)

Зная суммарную величину сил, действующих на подшипник, мы сможем прогнозировать его долговечность и остаточный ресурс. Для этого составляем расчетную схему (рис. 1) и определяем радиальные опорные реакции для каждой опоры R_A и R_B .

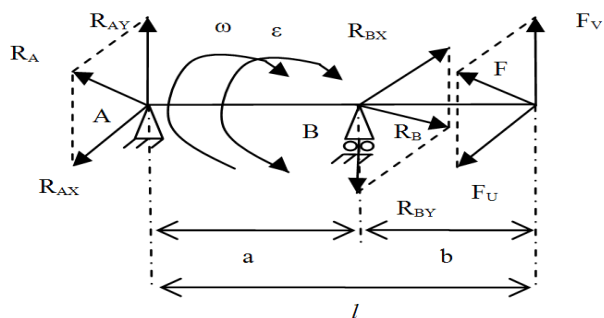


Рисунок 2 - Расчетная схема радиально опорных реакций

Рассматриваем вариант, когда система статически не уравновешена, а центробежный пожарный насос работает с попаданием щебня в полость рабочего колеса без наличия воды во всасывающей полости. Величина радиально опорной реакция в т. А находится при решении следующей системы уравнений (рис. 2)

$$\sum M_A(F_K) = 0. \quad (1)$$

Путем математических преобразований находим величины радиально опорных реакций в т.А и т. В:

$$R_A = \sqrt{R_{AX}^2 + R_{AY}^2} = \sqrt{\left(\frac{b \cdot m \cdot \delta^2 \cdot \varepsilon}{a}\right)^2 + \left(\frac{b \cdot m \cdot \omega^2 \cdot \delta}{a}\right)^2} = \sqrt{\frac{b^2 \cdot m^2 \cdot \delta^4 \cdot \varepsilon^2 + b^2 \cdot m^2 \cdot \omega^4 \cdot \delta^2}{a^2}};$$

$$R_B = \sqrt{R_{BX}^2 + R_{BY}^2} = \sqrt{\left(\frac{l \cdot m \cdot \delta^2 \cdot \varepsilon}{a}\right)^2 + \left(\frac{l \cdot m \cdot \omega^2 \cdot \delta}{a}\right)^2} = \sqrt{\frac{l^2 \cdot m^2 \cdot \delta^4 \cdot \varepsilon^2 + l^2 \cdot m^2 \cdot \omega^4 \cdot \delta^2}{a^2}}. \quad (2)$$

То есть, при попадании щебня в полость насоса, при расчете радиально опорной реакции в плоскостях X и Y появляется дополнительная сила инерции F_u , которая существенно влияет на величину опорных реакций в точке А и В.

Учитывая вышеперечисленное получаем зависимость долговечности подшипника L_h для т. А формула 3, т. В формула 4 в виде

$$L_h = \frac{10^5}{6 \cdot n_3} \left(\frac{C}{0,728 \cdot \sqrt{\frac{b^2 \cdot m^2 \cdot \delta^4 \cdot \varepsilon^2 + b^2 \cdot m^2 \cdot \omega^4 \cdot \delta^2}{a^2}} + 0,0118 \cdot P} \right)^3; \quad (3)$$

$$L_h = \frac{10^5}{6 \cdot n_3} \left(\frac{C}{0,728 \cdot \sqrt{\frac{l^2 \cdot m^2 \cdot \delta^4 \cdot \varepsilon^2 + l^2 \cdot m^2 \cdot \omega^4 \cdot \delta^2}{a^2}} + 0,0118 \cdot P} \right)^3. \quad (4)$$

Расчеты приведены для ситуации когда щебень заклинил во всасывающей полости центробежного пожарного насоса работающего без подачи воды, но при постоянном угловом ускорению $\varepsilon=3,2$ рад/с. На основе полученных результатов и с помощью программного обеспечения MAPLE 10 была получена закономерность (формула 5 при $n_3 = 2700$ об/мин и формула 6 при $n_3 = 2200$ об/мин)

$$f(L_h) = 14065 \cdot \delta^2 - 2713,6 \cdot \delta + 15413 \cdot m^2 - 3044,5 \cdot m + 24625 \cdot \delta \cdot m + 1071,7; \quad (5)$$

$$f(L_h) = -15955 \cdot \delta^2 + 2514,5 \cdot \delta + 52987 \cdot m^2 - 4716,2 \cdot m - 88183 \cdot \delta \cdot m + 5396,8. \quad (6)$$

Нами определена точка экстремума данной функции, а именно точка min, при которой значение долговечности подшипника - $L_h = 929,05$ ч будет наименьшим (для предельного режима работы насоса) и $L_h = 5257,76$ ч (для оптимального режима работы насоса). Установлено, что при изменении скорости вращения вала насоса долговечность подшипника изменятся по линейной зависимости.

Полученные в результате расчета данные позволили сделать вывод, что появление дисбаланса в рабочем колесе насоса приводит к уменьшению долговечности подшипников. Были получены зависимости долговечности подшипников при предельном (5) и оптимальном (6) режимах работы насоса. Выяснено, что при попадании max размера щебня при предельном режиме работы насоса долговечность подшипника уменьшилась на 2,5% в сравнении с попаданием min размера щебня без учета вибрационно - динамических нагрузок.

Список литературы

1. Настанова з експлуатації транспортних засобів в підрозділах МНС: за станом на 8 серпня 2007 р / МНС. – Офіц. вид. – К.: - МНС, 2007. - 101 с. – (Бібліотека офіційних видань).
2. Костюков А.В., Бойченко С.Н., Костюков В.Н. Диагностика насосно-компрессорных агрегатов путем мониторинга трендов вибропараметров //Диагностика оборудования и трубопроводов: Труды XVII междунар. тематического семинара. - Одесса: РАО «Газпром», 1997. - С. 187-194.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ЗАМЕРОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО СРОКА СЛУЖБЫ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

**Григоренко А.Н., доцент, к.т.н.,
Пономарев В.А.**

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

На срок службы изоляции кабельных изделий (КИ) влияют следующие условно выделенные виды старения [1]: тепловое старение, электрическое старение, старение, под воздействием окружающей среды, механическое старение.

Качество и длительность сроков службы кабельных изделий в большинстве зависят от характеристик материалов, которые применяются в качестве изоляции или оболочки. Поэтому прогнозирование срока службы кабельной продукции (КП) сводится к задаче прогнозирования срока службы полимерных материалов, которые применяются для изоляции КИ. Характеристики таких изоляционных покрытий, как, например, резины и пластмассы определяются их составом (рецептом).

Эффективные мероприятия по снижению влияния процесса старения изоляции КП из ПВХ-пластиката ограничиваются рекомендациями и требованиями к хранению, прокладке и эксплуатации кабельных изделий. Одной из основных функций организации безопасности эксплуатации кабельных изделий является контроль за состоянием эксплуатации КП.

Для профилактики возможных аварий от эксплуатации кабельных линий проводят: замер сопротивления изоляции [2, 3], замер тангенса угла диэлектрических потерь [4], определение уровня частичных разрядов [5] и др.

Как правило, эксплуатационщики на практике используют измерение сопротивления изоляции, которое, считается, отображает состояние изоляции и, в зависимости от времени измерений, характеризует старение изоляции. Полученные значения сопротивления изоляции сравниваются с критическим значением 0,5 МОм [2, 3], после чего, в зависимости от результата сравнения, кабельная линия эксплуатируется к следующим периодическим диагностическим испытаниям или заменяется.

Существуют разные методы анализа состояния изоляции КП и оценки старения электроизоляционных материалов [6, 7], но основные принципы выявления повреждений в кабельных линиях осуществляются за следующими направлениями [8]:

1. Профилактические испытания изоляции КП высоким напряжением постоянного тока.
2. Прожигание дефектной изоляции (для снижения переходного сопротивления в месте повреждения).

3. Измерение расстояния от места приложения измерительного устройства к месту повреждения или определение зоны повреждения.
4. Определение непосредственного места повреждения на трассе кабельной линии.

Если речь идет об определении дефектов изготовления, определения внутренних перенапряжений, особенностей морфологии КП, то можно ограничиться кратковременными высоковольтными испытаниями [9]. Если же предметом анализа является старение, то должны проводиться длительные лабораторные испытания КП, в процессе которых соответствующий процесс старения изоляции будет реализован с приемлемым, в сравнении с реальной эксплуатацией, степенью сравнения.

Следует учитывать, что когда эксплуатационная характеристика электроизоляционной системы оценивается после проведения ускоренных функциональных испытаний [10], могут быть сделаны неверные выводы если механизмы старения в условиях испытания отличаются от тех, которые наблюдаются в процессе реальной эксплуатации. В данном случае во время процесса старения должен использоваться доминирующий фактор влияния. Исходя из того, что на срок службы изоляции из ПВХ пластиката в большей степени влияет электрическое старение [11], то доминирующим фактором приложения при проведении испытаний на ускоренное старение может быть электрическая величина.

Все методы оценки состояния образцов, а также выявления процессов старения КП должны иметь низкий эффект старения по сравнению со старением во время испытаний.

Подход для получения прогноза возникновения аварийного режима работы должен работать на основе данных, которые незначительно влияют на характер старения изоляции кабельных изделий и отображают процесс старения.

Основой прогнозирования срока службы КП является экстраполяция результатов опытных данных с приблизительным допущением к условиям эксплуатации. Данная экстраполяция будет корректной в том случае, когда известные механизмы старения изолирующего материала или когда есть общее понимание процессов, которые происходят при старении.

Предложенная методика [12] позволяет оценить фактическое техническое состояние изоляции кабельной линии, предоставить прогноз ее состояния на последующую эксплуатацию, получить прогноз срока достижения изоляцией кабельного изделия критического состояния и определить значение вероятности достижения данного состояния.

Список литературы

- 1 ГОСТ 27905.1-88. - Системы электрической изоляции электрооборудования. Оценка и классификация. Введ. 01.01.90. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 36 с.

- 2 Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – Затверджено Наказом Міністерства палива та енергетики України від 25 липня 2006 року № 258. – 157 с.
- 3 ГКД 34.20.302-2002. Норми випробування електрообладнання. Введ. 01.09.02. – Київ: Міністерство палива та енергетики України, 2002. – 217 с.
- 4 ГОСТ 12179-76. Кабели и провода. Метод определения тангенса угла диэлектрических потерь. Введ. 01.01.78. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 3 с.
- 5 ГОСТ 28114-89. Кабели. Метод измерения частичных разрядов. Введ. 01.01.90. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 16 с.
- 6 Кугин В.М., Кульматицкий О.И. Диагностирование электрических распределительных сетей. – К.: Техника, 1993. – 160 с.
- 7 [Методика анализа повреждений изоляции из сшитого полиэтилена на основании частичных разрядов]. Analiza poruch v XPE kabloch metodou ciastkovyuch vybojov / Kolcunova Iraida, Krsuak Igor // Elektroizol. a kabl. techn. - 1995. - 48, № 3. - с. 131-137.
- 8 Поликарпов В.В. Теоретические основы и методы выявления повреждений в силовых кабельных линиях: Автореф.дис...д-ра техн. наук: 05.281 / Новочеркасский политехн. ин-т. – Новочеркасск, 1975. - 76 с.
- 9 Газизова Л.Н., Шувалов М.Ю., Овсиенко В.Л., Ромашкин А.В. Применение аналитических микрометодов для контроля качества и оценки состояния изоляции кабелей высокого напряжения // Кабели и провода. - 2000. - №3 . – с. 17-20.
- 10 ГОСТ 27905.2-88 - Системы электрической изоляции. Оценка эксплуатационных характеристик, механизма старения и методы диагностики. Введ. 01.01.90. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 15 с.
- 11 Сканави Г.И. Физика диэлектриков. (Область сильных полей). - М.: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1958. – 907 с.
- 12 Пономарьов В.О., Кулаков О.В. Алгоритм оцінки експлуатаційного стану кабельних ліній, що експлуатуються тривалий час // Тези доповідей науково-технічної конференції "Наглядово-профілактична діяльність в МНС України". – Харків: АЦЗ України. – 04.2006. – с. 71 - 73.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Дейнека В.В., к.т.н.

**Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Постоянный технический прогресс связан с ростом числа объектов повышенной опасности, к одним из которых относятся атомные электростанции, предприятия по изготовлению ядерного топлива, переработке и захоронению ядерных отходов, научно-исследовательские и другие учреждения, имеющие ядерные установки и стенды, транспортные ядерные энергетические установки, некоторые военные объекты. В свою очередь, это ведет к увеличению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду, поражением населения, территории и объектов от негативных последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера, а соответственно, необходимостью строительства сооружений, зданий, инженерных сетей и транспортных коммуникаций с заданными уровнями безопасности и надежности от негативного воздействия радиации [1].

Кроме того, неизбежным следствием использования атомной энергии является образование радиоактивных отходов. Проблема обостряется по мере накопления радиоактивных отходов и физического старения инженерных сооружений, где хранятся как жидкие, так и твердые отходы.

Не менее острой остается проблема создания надежных контейнеров для захоронения и хранения радиоактивных отходов. В последнее время таким сооружениям отводят одну из ключевых ролей в многобарьерной системе защиты населения и окружающей среды от воздействия остаточного и вторичного ионизирующих излучений. Особенно это относится к низко- и среднеактивным отходам, захоронение которых осуществляется или планируется осуществлять в неглубокие подземные или специальные наземные хранилища. Использование композиционных материалов на основе бетона для изготовления контейнеров, предназначенных для длительного хранения и транспортирования радиоактивных отходов, позволяет решить следующие задачи:

- 1) добиться необходимой надежности контейнеров, то есть обеспечить достаточную продолжительность безопасного временного хранения радиоактивных отходов с возможностью последующего захоронения;
- 2) повысить радиационную и коррозионную стойкость;
- 3) обеспечить гарантии безопасности за счет заводского изготовления основного элемента хранилища (контейнера);
- 4) обеспечить механическую прочность;
- 5) обеспечить технологичность и низкую стоимость изготовления и эксплуатации контейнеров;
- 6) упростить конструкцию временных хранилищ.

С другой стороны, к материалам для изготовления контейнеров предъявляют достаточно жесткие требования к свойству ослаблять радиационное излучение, прочности, водо- и газонепроницаемости, долговечности [1, 3].

С этой точки зрения интерес представляет четырехкомпонентная система $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, которая включает в себя бинарные и тройные фазы, необходимые для производства барийсодержащих полифункциональных высокопрочных вяжущих материалов с широким спектром эксплуатационных свойств: радиационноустойчивых, жаростойких, тампонажных, коррозионноустойчивых и т.д. [4].

Проведенные термодинамические исследования по тетраэдрации системы $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ с учетом всех стабильных фаз при температуре 1200 - 1600 К позволили выбрать область, оптимальную с точки зрения получения цементов специального назначения, ограниченную соединениями $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ba}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ba}_2\text{SiO}_4$ [5]. Представленная область включает соединения, обладающие как высокой гидравлической активностью, так и высокими специальными защитными свойствами.

Для синтеза ферросиликатных кальций-бариевых цементов в качестве исходных сырьевых материалов использовались: углекислый барий технический (ГОСТ 2149 – 75); углекислый кальций марки ХЧ (ДСТУ 4530 – 96), оксид железа ЧДА (ДСТУ 6912 - 94), песок Нововодолажского месторождения.

Цемент обжигался в криптоловой печи при 1523 К с изотермической выдержкой при максимальной температуре обжига 3 часа.

На основе синтезированных составов были изготовлены образцы цементов с использованием методики малых образцов Стрелкова М.И. [6].

Результаты исследований физико-механических свойств полученных цементов приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства цементов сечения $\text{Ca}_2\text{SiO}_4 - \text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ba}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ba}_2\text{Ca}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}$

№ состав	Вода/ Цемент	Сроки схватывания, час-мин		Граница прочности на сжатие, МПа			Коэф. радиационной стойко-сти, см ² /г	Коэф. сульфато-стойкости
		начало	конец	3 суток	7 суток	28 суток		
1	0,17	2 – 00	3 – 35	10,1	16,0	22,0	236	1,30
2	0,17	0 – 15	1 – 30	16,3	20,6	27,5	287	1,20
3	0,19	2 – 40	3 – 50	24,5	30,4	42,2	265	1,31
4	0,20	1 – 55	3 – 20	25,0	38,0	52,0	277	1,31
5	0,19	2 – 40	3 – 50	16,3	22,0	27,4	246	1,28
6	0,21	3 – 55	4 – 35	10,2	18,3	23,4	254	1,20

В ходе проведенных исследований было установлено, что получаемые цементы являются гидравлическими вяжущими воздушного твердения и имеют следующие строительно-технические свойства: начало твердения от 0 ч – 15 мин до 3 ч – 55 мин, конец – от 1 ч – 30 мин до 4 ч – 35 мин, граница прочности на сжатие на 28 сутки от 22 до 52 МПа. Оптимальным составом выбран состав № 4 ($\text{Ba}_2\text{Fe}_2\text{O}_5:\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5=40:20:40$), который

характеризуется высокой радиационной стойкостью ($277 \text{ см}^2/\text{г}$), гидравлической активностью и коррозионностойкостью (1,3), а так же имеет достаточно высокую прочность на сжатие (52 МПа).

На основании проведенных теоретических расчетов и экспериментальных исследований установлено, что одним из условий создания безопасного проживания населения на территории с повышенной техногенной нагрузкой и риском возникновения чрезвычайных ситуаций является использование всех композиций составов оптимальной области в защитных вяжущих материалах, применяемых для создания радиационной защиты на объектах атомной энергетики, контейнеров хранения и захоронения радиоактивных отходов, при выполнении мероприятий инженерной защиты.

Список литературы

1. Сорокин В.Т. Экологические проблемы обращения с радиоактивными отходами / В.Т. Сорокин, В.Д. Сафутин // Радиационная безопасность: Экология – Атомная энергия: 4 Междунар. конф., 2000 г : мат. конф.– СПб., 2000. С. 78-80.
2. Свиридов Н.В. Железобетонные контейнеры для хранения РАО, особопропрочный общестроительный и радиационнозащитный бетон / Н.В. Свиридов, Р.М. Гатаулин // Радиационная безопасность: Экология – Атомная энергия : 4 Междунар. конф., 2000 г : мат. конф.– СПб., 2000. С. 182-183.
3. Вылков В. Получение и свойства бариевых силикатных и алюминатных цементов / В. Вылков // Цемент. 1996. № 4. С. 21-23.
4. Шабанова Г.М. Дослідження впливу неорганічних добавок на фізико-механічні властивості спеціального барієвого цементу / Г.М. Шабанова, Н.С. Цапко, В.В. Дейнека, В.В. Тараненкова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Харків: НТУ «ХПІ», 2008. № 13. С. 71-76.
5. Дейнека В.В. Термодинамика фазовых равновесий в субсолидусе системы $\text{CaO-BaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ / Г.Н. Шабанова, В.В. Дейнека, С.М. Логвинков, А.Н. Корогодская // Огнеупоры и техническая керамика. М.: Меттекс. 2007. № 2. С. 15 – 19.
6. Бутт Ю.М. Практикум по химической технологии вяжущих материалов / Бутт Ю.М., Тимашев В.В. М.: Высшая школа, 1973. 504с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

**Казьмина И.Г., Рязанцева Л.Т., Усков В.М., Куприенко П.С.
Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж**

Влияние различных факторов среды обитания опосредованно отражается на структуре патологии, определяющей здоровье населения. В этой связи, необходимо решение задач по оценке как общей суммарной, в первую очередь, химической нагрузки на организм человека, так и ее отдельных составляющих в агрегированные и кумулятивные риски.

В то же время, на разных территориях среда обитания неоднородна, что требует регионально ориентированных подходов при определении приоритетов, направленных на снижение риска здоровью населения, обусловленного вредным воздействием факторов среды обитания [1].

Управлением Роспотребнадзора по Воронежской области обоснованы приоритетные загрязнители атмосферного воздуха, питьевой воды, вносящих наибольший вклад в риск для здоровья населения области.

По результатам мониторинговых наблюдений за состоянием атмосферного воздуха из 33-х административных территорий области превышения гигиенических нормативов регистрировались в Калачеевском, Воробьевском, Лискинском, Павловском районах и г. Воронеж.

Превышения предельно-допустимых концентраций отмечены по 7-ми веществам: азота диоксиду, взвешенным веществам, серы диоксиду, углерода оксиду, фенолу, формальдегиду, озону. Кратность превышения ПДК азота диоксида, серы диоксида, формальдегида и фенола составила от 2,1 до 5 ПДК, остальных веществ - от 1,1 до 2 ПДК (региональный информационный фонд социально-гигиенического мониторинга) [1].

Загрязнение атмосферного воздуха свыше 5 ПДК регистрировалось по содержанию азота диоксида только на территории г. Воронеж.

Наиболее высокий коэффициент суммарного загрязнения атмосферного воздуха по данным мониторинга отмечается в г. Воронеж ($K_{\text{воздух}} = 4,5$).

В Воронежской области причинами неудовлетворительного по санитарно-химическим показателям качества питьевой воды являются природные особенности, отсутствие очистных сооружений на водозаборах, отсутствие или неудовлетворительное состояние зон санитарной охраны водисточников, отсутствие водоподготовки, негативная обстановка с тампонажем и консервацией недействующих артезианских скважин, изношенность существующих водопроводных сетей и сооружений, отсутствие специализированных служб по эксплуатации водопроводных сооружений.

В 2010 г. 31% проб воды из водопроводной сети не соответствовало гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям; 1,4% -

по микробиологическим показателям. Доля проб воды в водопроводной сети, не соответствующей гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, превышала показатель по области в 18 районах.

Наибольшее загрязнение питьевой воды в системах централизованного водоснабжения отмечаются в Бобровском ($K_{\text{вода}}=7,36$), Семилукском ($K_{\text{вода}}=6,05$), Кантемировском ($K_{\text{вода}}=5,7$), Ольховатском ($K_{\text{вода}}=5,59$), Новохоперском ($K_{\text{вода}}=5,54$) районах.

Приоритетными загрязняющими питьевую воду веществами на территории области являются железо, марганец, нитраты, бор, фтор, общая жесткость.

Загрязнение окружающей среды является самым мощным и постоянным фактором воздействия техносферы на здоровье человека и окружающую среду. В связи с этим задача снижения этого воздействия выходит на первый план. Для решения этой задачи необходимо осуществлять оперативный контроль и эффективное управление экологической и медико-демографической ситуацией, которое не представляется возможным без использования современной вычислительной техники, причем не только в качестве инструмента для выполнения расчетов, но в большей степени как инструмента всестороннего анализа имеющегося информационного пространства с целью рационального управления процессами, протекающими в системе «окружающая среда – здоровье человека». В качестве такого инструмента могут выступить геоинформационные системы (ГИС).

ГИС (географическая информационная система, или геоинформационная система) - это современная компьютерная технология для картирования и анализа объектов реального мира, а также событий, происходящих в окружающей среде [2]. Эта технология объединяет традиционные операции работы с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта.

Моделирование в ГИС - это создание многослойной электронной карты, в которой опорный слой описывает географию определенной территории, а каждый из остальных - один из аспектов состояния этой территории [2].

Современные требования к функционированию аналитического блока: использование стандартных сертифицированных моделей распространения загрязняющих веществ в окружающей среде с учетом природно-климатических условий, застройки территории и метеорологических процессов в ее пределах; интерполяция данных инструментальных измерений в системе мониторинга загрязнения окружающей среды; медико-экологическая оценка условий проживания населения на данной территории [3].

Видами наиболее популярного программного обеспечения являются: ArcInfo/ArcView – 22 %, GeoDraw/GeoGraph – 11 %, MapInfo – 7 %, другие

ГИС – 21 %, в 39 % субъектов РФ ГИС отсутствуют или только создаются[4].

Все функционирующие ГИС экологической направленности, осуществляющие информационную поддержку природоохранной деятельности на уровне субъекта федерации, обладают двумя сходными чертами: использование данных государственной статистики (формы 2-ТП-водхоз, 2-ТП-воздух и др.), что обеспечивает единую стартовую платформу для аналитических построений и их «легальность», а также привязка исходных данных преимущественно к административным единицам – районам субъекта федерации, населенным пунктам, районам населенных пунктов [4].

Использование основных преимуществ ГИС, автоматизации процессов анализа и визуализации, дает возможность понимать ситуацию и отражать скрытые ранее тенденции и особенности, которые практически невозможно увидеть при табличной организации данных. В связи с этим представляется целесообразным разработать ГИС-приложение, реализующее алгоритм поддержки принятия решений при оценке риска здоровью населения от степени загрязнения окружающей среды и выборе мер по снижению этого воздействия.

Список литературы

1. Информационный бюллетень «Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения в Воронежской области». – Воронеж, 2011.
2. Баранов Ю.Б., Берлянт А.М., Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Серапинас Б.Б., Филиппов Ю.А.. Геоинформатика: толковый словарь основных терминов. М.: ГИС-Ассоциация, 1999.
3. Кустов, М. В. Эколого-геохимическая систематика городских ландшафтов на примере г. Саранска / М. В. Кустов, В. Н. Масляев, Д. А. Фоминов // Естественно-технические исследования: теория, методы, практика: межвуз. сб. науч. тр. – Саранск, 2000. – Вып. 1. – С. 70 – 74.
4. Чепиков Н. А., Рыкунова И. О. Управление процессами воздействия загрязнения атмосферы на состояние здоровья населения с помощью геоинформационных технологий // Управление в социальных и экономических системах. VI Международная научно-практическая конференция: сб. ст. Пенза: РИО ПГСХА, 2008. С. 183–185.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТОГО ПЛАМЕНИ НА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА

Кривцова В.И., д.т.н., проф.,
Ключка Ю.П., к.т.н.,

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Одним из способов хранения водорода в автомобиле является хранение в связанном состоянии, в частности, в форме гидридов интерметаллидов [1, 2]. Одной из проблем использования этих систем является их пожаровзрывоопасность, обусловленная свойствами водорода и самой системой хранения.

В связи с этим, определение изменения характеристик металлгидридного патрона с водородом и времени до его разрушения под воздействием внешнего источника тепла, является актуальной задачей.

В работах [2, 3] приведены характеристики металлгидридных систем, динамика выделения водорода из гидрида, а также ряд их теплофизических характеристик. Однако, на сегодняшний день, отсутствуют результаты испытаний гидридных систем в случае воздействия на них тепловых потоков, например, при пожаре.

В работе [4] были получены теоретические оценки времени до разрушения насыщенных гидридных систем с водородом под воздействием повышенной внешней температуры, а также получены дискретные модели зависимости давления в системе под воздействием температуры окружающей среды, характера ее изменения, а также степени насыщения гидрида водородом.

Целью данной работы является получение экспериментальным путем зависимостей давления водорода в патроне с металлгидридом (рис. 1), в частности, с LaNi_5H_x , при воздействии на него открытого пламени и их сравнение с теоретическими значениями, полученными в работе [4].



Рис. 1. Фото гидридного патрона

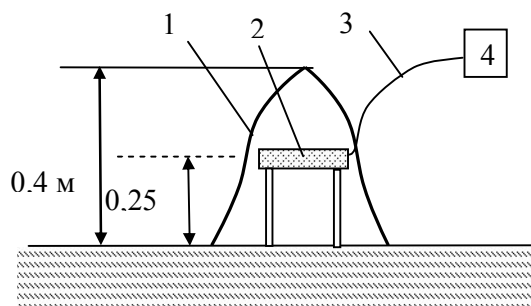


Рис. 2. Схема экспериментальной площадки: 1 – пламя костра; 2 – гидридный патрон; 3 – магистральная линия; 4 – манометр МТП-160

Эксперимент (рис. 2) проводился при температурах и временных диапазонах, характерных для пожара [5]. Давление в патроне измерялось с помощью манометра МТП-160, рассчитанного на максимальное давление 400 атм. с классом точности 1,5.

На рис. 3 приведены полученные результаты изменения давления в патроне по времени, а на рис. 4 приведены зависимости относительной погрешности определения давления от времени.

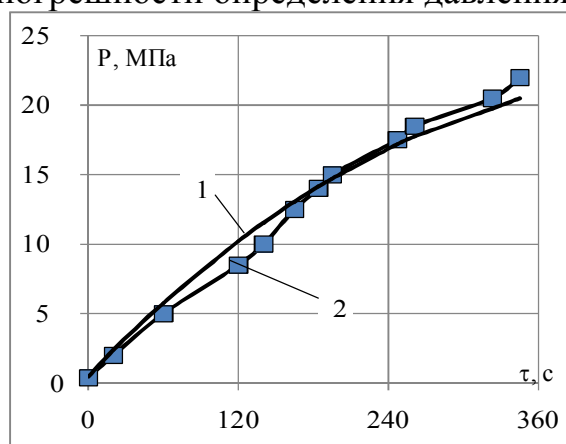


Рис. 3. Зависимость давления водорода в патроне при его нагревании: 1 – расчетное значение давления в соответствии с [4]; 2 – экспериментальные значения давления в патроне

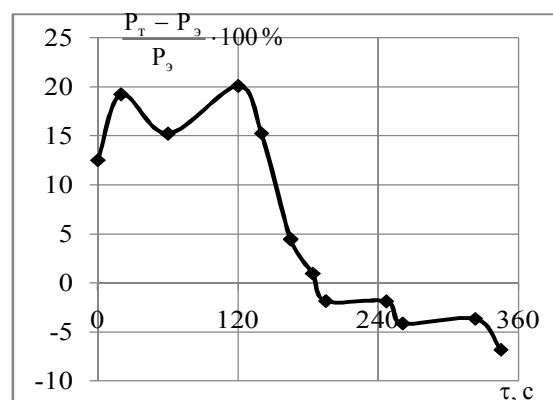


Рис. 4. Относительная погрешность расчетных значений давления водорода в патроне от времени

Из рисунка следует, что по истечению 190 секунд расчетные значения давления становятся немного меньше, чем экспериментальные. Это можно объяснить погрешностью давления, погрешностью определения насыщенности гидрида на начальном этапе, а также колебанием значения температуры в костре.

Из рисунка 4 следует, что максимальное значение относительной погрешности составляет 20%. Среднее значение относительной погрешности составляет около 7%, что позволяет говорить об адекватности модели, полученной в работе [4].

На рис. 5 приведено фото взорвавшегося гидридного патрона в результате эксперимента.



Рис. 5. Фото взрыва и гидридного патрона после взрыва

В ходе эксперимента гидридный патрон взорвался при значениях $P=22$ МПа, что говорит о некотором рассогласовании экспериментальных данных и теоретических. Ожидаемое расчетное давление, при котором разрушится гидридный патрон составляло $P=19$ МПа. Разницу экспериментального и теоретического давления разрушения можно объяснить погрешностью

определения насыщенности гидрида на начальном этапе, а также колебанием значения температуры в костре.

Выводы. Экспериментальным путем получены зависимости давления водорода в патроне с гидридом LaNi_5H_x при воздействии на него открытого пламени. Полученные экспериментальные значения позволили сделать вывод об адекватности теоретической модели, приведенной в [4]. Показано, что погрешность расчетных значений в соответствии с [4] составляет в среднем 7%.

Список литературы

1. Ключка Ю.П. Особенности использования водорода на автомобильном транспорте / В.И. Кривцова, Ю.П. Ключка // Проблемы пожарной безопасности. – 2009. – № 26. – С. 49–61.
2. Мищенко А.И. Применение водорода для автомобильных двигателей. Киев: Наукова Думка, 1984. – 281 с.
3. Кривцова В.И. Теоретические и экспериментальные пути создания систем хранения и подачи водорода на основе твердых веществ для двигательных и энергетических установок летательных аппаратов: Дис... д-ра техн. наук: 05.07.05 / НАН Украины; Институт проблем машиностроения им. А.Н.Подгорного. - Х., 2001. - 420 с.
4. Ключка Ю.П. Определение времени разрушения гидридного патрона, обусловленного изменением температурных параметров окружающей среды / Ю.П. Ключка // Науковий вісник будівництва. – 2011. – № 68. – С. 77–80.
5. Клаус Д.П. Роль естественно-научной криминалистики / Клаус Дитер Поль. — Москва, 1985. — 311 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА НИТРОН

Коровникова Н.И., к.х.н., доцент

Олейник В.В., к.т.н., доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Причиной пожаров часто является воспламенение синтетических волокон и особенно широко распространенных полиакрилонитрильных волокон. Последние при горении выделяют огромное количество газов и дыма и в таких условиях пожары приводят к огромным материальным ущербам и потерям человеческих жизней. В связи с этим очень важны исследования, связанные со снижением горючести таких материалов, разработкой новых антипиренов, методов обработки ними волокон, исследования механизма взаимодействия антипиренов с полимером и т.д. [1]. Указанные задачи невозможно решить, не имея данных о термическом разложении полиакрилонитрильного волокна.

В данной работе экспериментально получены данные о качественном и количественном составе газов, выделяющихся при термическом разложении полиакрилонитрильного волокна нитрон в среде воздуха и аргона, используя хроматографический метод. Последний позволяет объединить процесс накопления газов, выделяющихся при пиролизе и при окислительном пиролизе волокна, с последующим их анализом и количественным детектированием с помощью специального метода улавливания продуктов разложения синтетического волокна в камере сгорания, которые затем определяли на газовом хроматографе.

В работе использовали воздушно-сухие образцы промышленного волокна нитрон, представляющего собой тройной сополимер акрилонитрила, метилметакрилата, итаконовой кислоты, содержащий ~92,5, ~6,0, ~1,5-2,0 % сомономерных звеньев соответственно [2]. Навеска волокна составляла по 0,5 г (погрешность взвешивания - 0,01 г). Для одного эксперимента использовали 5 образцов волокна, сульфат и полисульфит аммония - для определения азотсодержащих соединений, цеолит - окиси углерода, силикагель - водорода, двуокиси углерода.

Результаты нашего исследования свидетельствуют, что в интервале температур от 100 до 600°C основными продуктами являются водород, аммиак, цианистый водород, окись и двуокись углерода при термоокислительной разложении. Выделение водорода начинается после температуры 300°C. Интенсивное его образования наблюдается во время пиролиза при температуре 400°C. Результаты исследования свидетельствуют о прямо пропорциональной зависимости выхода водорода с повышением температуры.

Выделение NH_3 в незначительных количествах начинается со 100°C. При 230°C идет интенсивное образование токсичного вещества. Если

провести сравнительный анализ между продуктами выделения в среде аргона и кислорода, можно заметить, что меньшее его количество выделяется при пиролизе (среда аргона). Максимум выделения аммиака составляет 1 мг / г, а при обработке в инертном газе указанные данные почти в два раза меньше. Эти значения приходятся на температуру 350°C, после которой идет уменьшение его содержания. В продуктах преобразования был обнаружен в виде бромциана цианистый водород. Его содержание увеличивается с повышением температурной обработки образца. Количество цианистого водорода в окислительной среде почти в два раза больше, это свидетельствует о том, что в его образовании активно участвует кислород воздуха. Установлено, что образование наиболее опасного вещества зависит от температурной обработки материала и длительности процесса нагрева. При неизотермических условиях выход цианистого водорода в процессе термоокислительному разложению увеличивается с уменьшением скорости нагрева [3].

Горение исследуемого вещества на воздухе сопровождается образованием окиси и двуокиси углерода. Выход этих компонентов с повышением температуры увеличивается. При этом интенсивно протекает поглощения кислорода воздуха. Выделение углекислого газа наблюдается уже при 100°C, а образование двуокиси отмечается при 230°C.

Полученные данные позволяют разработать рекомендации по использованию результатов исследования и могут служить основой для разработки новой методики расчета времени эвакуации людей по допустимой концентрацией токсичных продуктов термического разложения синтетических волокон на основе полиакрилонитрила, при изобретении новых, более экологически чистых методов снижения горючести полиакрилонитрильных волокнистых материалов.

Список литературы

1. Берлин А.А. Горение полимеров и полимерные материалы пониженной горючести / А.А. Берлин // Соровский Образовательный журнал. - 1996. - №4. – С. 16–24.
2. Коровникова Н.И. Протолитические и комплексообразующие свойства волокнистых комплекситов в смесях вода-диоксан: Дис.... канд. хим. наук. Харьков: Харьк. нац. ун-т, 2002.
3. Коровникова Н.И. Состав и токсичность продуктов горения химических волокон различной природы / Н.И. Коровникова, Н.В. Компаниец // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: УГЗУ.- 2006. - Вып. 21.- С. 109-112.

ЗАМЕДЛИТЕЛИ ГОРЕНИЯ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ АМИНОЛИЗА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРИФТАЛАТА АЛИФАТИЧЕСКИМИ АМИНАМИ

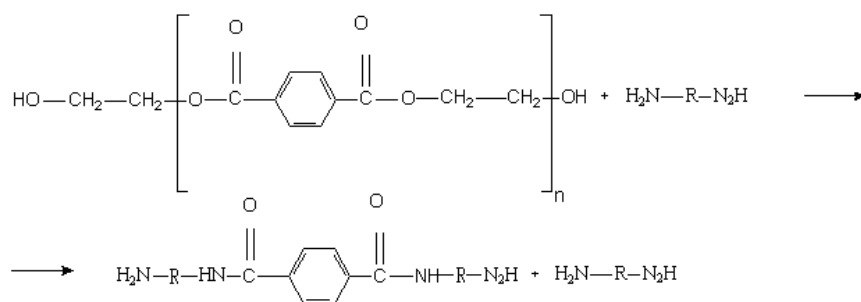
**Красильникова М.А., н.с., Уральский
институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
Балакин В.М., профессор, Уральский
государственный лесотехнический
университет, Екатеринбург**

Древесина как конструкционный материал занимает одно из ведущих мест в промышленном и гражданском строительстве. Деревянные изделия и конструкции обладают хорошими прочностными и эксплуатационными характеристиками, безвредны для окружающей среды, относительно долговечны, а главное экономичны. При этом деревянные конструкции являются горючим материалом и по требованиям пожарной безопасности подлежат огнезащите.

Обработка огнезащитными покрытиями заключается в нанесении на поверхность защищаемого материала слоя покрытия, эффективность которого определяется физико-химическими свойствами и адгезией к данной поверхности. При местном воздействии кратковременного источника зажигания огнезащитные покрытия затрудняют горение деревянных конструкций, облегчают тушение пожара, а в ряде случаев исключают возможность его возникновения. Огнезащита способом пропитки заключается во введении в материал специальных веществ - антипиренов. Этот способ обеспечивает защиту деревянных конструкций от возгорания при локальном огневом воздействии в условиях возникновения пожара. В данном случае наблюдается только обугливание материала, которое ограничивается площадью воздействия пламени [1].

В качестве исходного сырья использовались алифатические амины этилендиамин (ЭДА), гексаметилендиамин (ГМДА), полиэтиленполиамин (ПЭПА) и ПЭТФ (полиэтилентерефталат) отходы производства ЗАО «АДА-Уралпласт», г. Екатеринбург. Молекулярная масса ПЭТФ, определённая вискозиметрическим методом [2], составила 82000 единиц.

Аминолиз ПЭТФ проводили при соотношении ПЭТФ:амин 1:2 в диапазоне температур 90-160°C в течении 2-5 часов. Продукты аминолиза полиэтилентерефталата полиэтиленполиамином (ПЭТФ-ПЭПА) представляют собой вязкую однородную жидкость светло-коричневого цвета, а продукты аминолиза полиэтилентерефталата этилендиамином (ПЭТФ-ЭДА) и гексаметилендиамином (ПЭТФ-ГМДА) представляют собой однородный вязкий расплав светло-желтого цвета, затвердевающий при охлаждении, состоящий из смеси диамида терефталевой кислоты (ТФК) и не прореагировавшего амина.



где: $\text{H}_2\text{N}-\text{R}-\text{N}_2\text{H}$: $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_2-\text{N}_2\text{H}$ - ЭДА; (I)
 $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{N}_2\text{H}$ - ГМДА ; (II)
 $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH})_n-\text{H}$ - ПЭПА; (III)

Продукты аминолита ПЭТФ и аминов, представляющие смесь диамидов ТФК и не прореагировавших аминов, были использованы для получения фосфорсодержащих огнезащитных составов (ОЗС) по реакции фосфорилирования Кабачника-Филдса [4].

Для определения группы огнезащитной эффективности полученных ОЗС применялся метод, описанный в ГОСТ 16363-98 [5], с использованием установки ОТМ (огневая труба модифицированная) на образцах древесины сосны размерами 150*60*30 мм. Результаты испытаний приведены на рисунке 3.

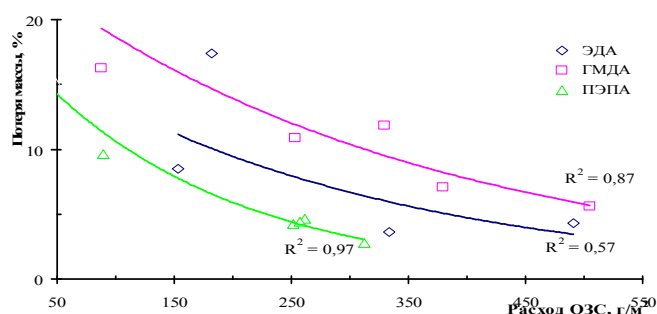


Рисунок 3. Зависимость потери массы образца от расхода ОЗС

Из рисунка видно, что все полученные ОЗС обладают высокой эффективностью. Для ОЗС на основе ПЭПА имеет наибольшую огнезащитную эффективность при расходе 150г/м² потеря массы составляет менее 10%. Соответственно этот огнезащитный состав можно отнести ко 2 группе огнезащитной эффективности.

Таким образом, изучена реакция аминолита ПЭТФ алифатическими аминами. На основе продуктов аминолита получены фосфорсодержащие ОЗС, обладающие высокой огнезащитной эффективностью для древесины.

Список литературы

1. Митрофанов Р.Ю., Ю.С.Чистякова, В.П. Севедин Переработка отходов полиэтилентерефталата.//Твердые бытовые отходы. 2006, №6. С. 12-13.
2. Рафиков С.Р. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений / С. Р. Рафиков, С. А. Павлова, И. И. Твердохлебова. – М.: АН СССР, 1963. – 337 с.

3. Браун Д., А. Флойд, М. Сейнзбери Спектроскопия органических веществ: перевод с англ. М.: Мир 1992. -300с.
4. Черкасов Р.А., В.И. Галкин Реакция Кабачника-Филдса: синтетический потенциал и проблема механизма. / Р.А. Черкасов, В.И. Галкин// Успехи химии.-1998.-67(10). С.940-968.
5. ГОСТ 16363-98. Средства огнезащитные для древесины. Метод определения огнезащитных свойств.

ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАГОРАНИЯ ЛЕСНОГО ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА

**Кропотова Н.А., к.х.н., Дудин П.В., Жиров Д.А.
ФГБОУ ВПО «Ивановский институт ГПС МЧС России»,
г. Иваново**

Экспериментальное исследование слоя ЛГМ нагревается и термически разлагается с образованием газообразных продуктов пиролиза. Состав газовой смеси принимается трехкомпонентным (горючее – монооксид углерода, окислитель – кислород, инертные компоненты). Продукты пиролиза диффундируют в область газовой смеси. При определенных температуре и концентрациях реагирующих газов происходит зажигание смеси. Приняты следующие критерии зажигания:

- 1) теплоприход от химической реакции превышает тепловой поток от нагретой поверхности в область газовой смеси;
- 2) температура в газовой смеси достигает критического значения.

Экспериментальное исследование ЛГМ позволило установить нижний порог теплового потока сфокусированного солнечного излучения, при котором происходит воспламенение слоя ЛГМ. Тепловой поток плотностью 15 кВт/м^2 является минимальной величиной, при котором еще возможно воспламенение слоя ЛГМ. Таким образом, относительно небольшое 10-кратное превышение интенсивности потока естественного солнечного излучения может привести к возникновению очага низового лесного пожара.

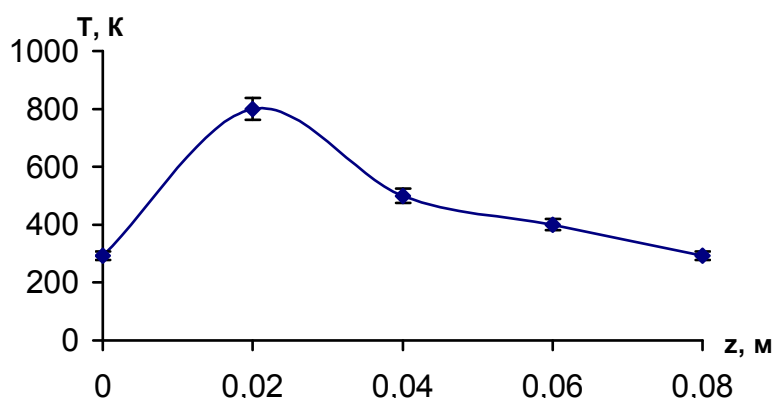


Рис. 1. Распределение температуры в системе "слой ЛГМ – газовая смесь" до и в момент зажигания при $q_s = 15 \text{ кВт/м}^2$

Распределение температуры по вертикали в центре зоны воздействия теплового потока сфокусированного солнечного излучения представлено на рис. 1 в различные моменты времени. Из результатов видно, что первоначально слой ЛГМ и газовая смесь прогреваются инертно. Эта стадия длится до достижения температурного порога около 800 °К. С течением времени в некоторой окрестности поверхности слоя ЛГМ происходит ускорение химической реакции и рост тепловыделения, формируется характерный для области воспламенения пик на температурной кривой (рис. 1) [1]. Задержка воспламенения объясняется наличием процессов диффузии в природе.

Статистические данные 2D и 3D модели [2, 3] коррелируют с термодинамическими посылками процессов, происходящих в атмосфере.

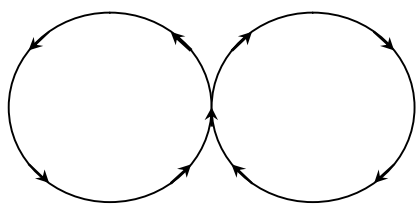


Рис. 2. Направление движения воздушных потоков

При имеющемся градиенте температуры $\frac{dT}{dh}$ в атмосфере нагретые (легкие) потоки воздуха поднимаются вверх, там охлаждаются и опускаются вниз, к земле, где снова нагреваются (рис. 2). Этот процесс происходит в больших

объемах и может быть отнесен к адиабатическому.

Для него выполняется равенство

$$dU = - \delta A \quad (1)$$

или

$$\nu C_{v\mu} dT = -pdV \quad (2)$$

Из закона Менделеева - Клапейрона выразим правую часть (2)

$$pdV = \nu R dT \quad (3)$$

и подставим в (2):

$$\nu C_{v\mu} dT = -\nu R dT \quad (4)$$

С другой стороны, работа по расширению воздуха имеет составляющую по подъему массы газа:

$$\delta A' = Mg dh, \quad (5)$$

где M – молярная масса воздуха.

Для одного моля воздуха ($\nu = 1$)

$$C_{v\mu} dT = -R dT + Mg dh \quad (6)$$

или

$$dT(C_{v\mu} + R) = Mg dh \quad (7)$$

Из (7) следует, что

$$\Delta T \cong \frac{Mg \Delta h}{C_{p\mu}}. \quad (8)$$

Рассчитав значение ΔT мы убедимся, что температура меняется на 1 К при подъеме (спуске) на каждые 100 м высоты. Таким образом, чем

жарче лето (выше температура воздуха и земли), тем больше вероятность возникновения пожара.

Следует сделать вывод:

- 1) произведена оценка возможного механизма возникновения лесного пожара по неустановленным причинам,
- 2) доказана вероятность физической составляющей причины возникающих лесных пожаров по неустановленным причинам,
- 3) определена термодинамическая вероятность в участии зажигания ЛГМ.
- 4) Литературные данные подтверждают гипотетическое основание и экспериментально подтверждают вероятность зажигания ЛГМ лесного массива без участия антропогенного воздействия человека на живую природу.

Список литературы

1. Касперов Г.И., Гоман П.Н. Исследование пожароопасных свойств лесных горючих материалов сосновых насаждений // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2010. Вып. XVIII. С. 337-340.
2. Кузнецов Г.В., Барановский Н.В. Оценка условий зажигания слоя лесного горючего материала сфокусированным потоком солнечного излучения // Технологии техносферной безопасности. 2011. - Вып. № 4 (38) - 8 с. (<http://ipb.mos.ru/ttb>)
3. Барановский Н.В. Математическое моделирование зажигания слоя лесного горючего материала сфокусированным потоком солнечного излучения // Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. № 8. С. 34 – 37.

ПРИРОДА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАГОРАНИЯ ЛЕСНОГО ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА

**Кропотова Н.А., к.х.н., Жиров Д.А.
ФГБОУ ВПО «Ивановский институт ГПС МЧС России»,
г. Иваново**

Лесной горючий материал (ЛГМ) - клетчатка и лигнин, составляющие стенки клеток растений, а также смолы и эфирные масла). Одним из условий, способствующих загоранию этих материалов, наличие источника огня. Состав дерева всякого рода (с корою) оказывается почти тождественным, а именно из клетчатки и лигнина или инкрустирующего вещества (волокна растений, древесина, лигнин и др.) в такой пропорции, что, судя по совокупности сделанного свода анализов в 100 весовых частях дерева содержится [1, 2]: углерод 50,6%, водород 6,2%, кислород 41,9%, азот и золы 1,3%. Травянистым видам топлива и их малоизмененным продуктам, каковы: солома, кизяк, торф, жмых, тростник, хвоя и т.п., уже потому, что они рыхлы, удерживают много влаги и дают прорываться избытку охлаждающего воздуха, а по составу приближаются к дереву.

В статистике зачастую фигурируют лесопожарные происшествия с указанием, что причина не установлена. В доказательство существования таких статистических данных по Ивановской области приводится в докладе председателя комитета Ивановской области по лесному хозяйству Королевой Л.А. [3]: не установленные причины пожаров – 10 %. Рядом российских ученых проведены исследования по оценке условий причины загорания легкогорючего материала [4], которые еще раз подтверждают нашу гипотезу [5]. Полученные данные сводятся в механизм возникновения лесного пожара по неустановленным причинам. Одним из вариантов может быть воспламенение ЛГМ в результате действия сфокусированного солнечного излучения через природный концентратор, которым может выступать «жидкая линза», крупные капли смолы хвойных деревьев [6], или влияние антропогенного фактора - частично или полностью заполненные жидкостью стеклянные емкости или их осколки [7].

На рис. 1 представлен обобщенный механизм возникновения лесного пожара по неустановленным причинам в предположении воздействия сфокусированного потока солнечного излучения.

Комбинации ЛГМ в образовании слоев достаточно обширны [8]. Поскольку основную опасность представляют пожары в хвойных и смешанных лесах. Одним из возможных вариантов упрощения множества исходных данных является исследование эталонного слоя ЛГМ (сухая прошлогодняя трава, как остающаяся на ветви дерева, так и на земле, опад хвои, др.), и российских лесопожарных показателей засухи [9].

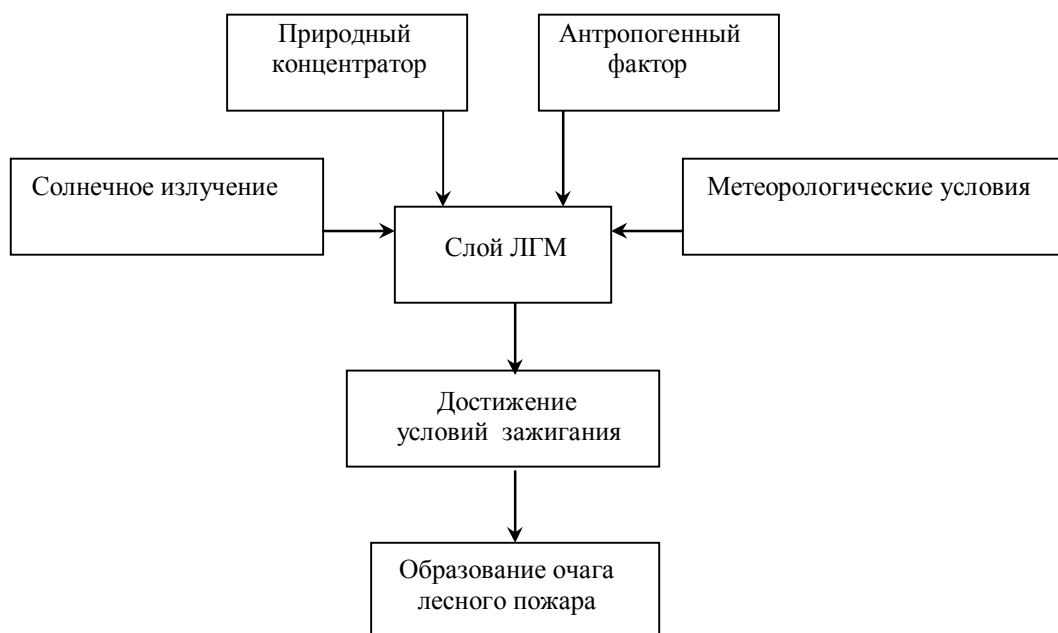


Рис. 1. Механизм возникновения лесного пожара по неустановленной причине

Из приведенного обзора литературных данных [10, 11], следует сделать заключение, что зажигание лесного горючего материала (ЛГМ) лучистым тепловым потоком может быть одной из причин возникновения

лесных пожаров. Принята следующая схема процесса. На подстилающей поверхности расположен слой ЛГМ, на малом участке которого фокусируется поток солнечного излучения. Процессы, происходящие в фокусирующем элементе, не моделируются, поэтому нет подтверждения существования модели математического моделирования, поэтому необходимо произвести оценку вероятности физической составляющей причины возникающих лесных пожаров по неустановленным причинам, так как в настоящее время нет ни теоретических, ни экспериментальных результатов исследования прохождения солнечного излучения через стеклянные объекты и водные образования в реальной геометрии [6, 7].

Список литературы

1. Щетинский Е.А. Спутник руководителя тушения лесных пожаров. М.: Дрофа, 2004. -184 с.
2. Софронов М. А., Вакуров А. Д. Огонь в лесу. - Новосибирск: Наука, 1981. -124 с.
3. <http://www.ivleshoz.ru/forestry-administration/emergency/46-fire-for-2009>.
4. Гришин А.М., Голованов А.Н., Медведев В.В. О зажигании слоя лесных горючих материалов световым излучением // Физика горения и взрыва. 1999. Т. 35. № 6. С. 22-25.
5. Грачев Д.В, Козлова Е.В., Кропотова Н.А., Разумов А.А. Физическая составляющая мониторинга пожарной безопасности лесных угодий // Сборник материалов II межвузовского научно-практического семинара молодых ученых «Автоматизированные системы управления экологической и пожарной безопасностью объектов» (12.04.2012 г.), ИВИ ГПС МЧС России, Иваново.: ООНИ, - стр. 17-25.
6. Кузнецов Г.В., Барановский Н.В. Оценка условий зажигания слоя лесного горючего материала сфокусированным потоком солнечного излучения // Технологии техносферной безопасности. 2011. - Вып. № 4 (38) - 8 с. (<http://ipb.mos.ru/ttb>)
7. Барановский Н.В. Математическое моделирование зажигания слоя лесного горючего материала сфокусированным потоком солнечного излучения // Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. № 8. С. 34 – 37.
8. Волокитина А.В., Софронов М.А. Классификация и картографирование растительных горючих материалов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, -2002. - 314 С.
9. Нестеров В.Г. Горимость леса и методы ее определения. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949. 76С.
10. Гришин А.М., Ефимов К.Н., Перминов В.А. Математическое моделирование зажигания лесных горючих материалов в результате столкновительных и техногенных катастроф в квазиоднородном приближении // Физика горения и взрыва. 1996. Т. 32. № 2. С. 18-30.
11. Курбатский И.П. О возникновении лесного пожара в районе падения Тунгусского метеорита // Проблемы метеоритики. Новосибирск: Наука, 1975. С. 68-71.

УЛУЧШЕНИЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ДОБАВОК-МОДИФИКАТОРОВ

Леденев А.А., доцент, к.т.н.,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж
Перцев В.Т., д.т.н., профессор
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж

Одним из способов улучшения пожарно-технических характеристик железобетонных конструкций в части повышения их огнестойкости, является применение бетонов с высоким классом по прочности [1]. Кроме того, для повышения пределов огнестойкости железобетонных конструкций зачастую применяют термостойкие покрытия из композиционных материалов, которые должны обладать улучшенными физико-механическими характеристиками, обеспечивающими высокую адгезионную прочность. Добиться существенного улучшения физико-механических свойств бетонов можно путем применения комплексных добавок-модификаторов.

Целью проведенных исследований являлась разработка составов и способов приготовления новых комплексных добавок-модификаторов с использованием минеральных компонентов, полученных на основе местного сырья и поверхностно-активных веществ различного вида, для улучшения физико-механических и пожарно-технических характеристик бетонов.

В исследованиях минеральными компонентами, входящими в состав добавок-модификаторов, являлись местные доступные материалы для условий Воронежской области природного и техногенного происхождения: молотый кварцевый песок, молотый гранулированный шлак Липецкого металлургического комбината, молотый известняк, золошлаковые отходы ТЭЦ. В качестве поверхностно-активных веществ применялись добавки пластифицирующего действия: С-3, Полипласт СП-3, Melflux 2651F.

На основании проведенных исследований разработаны составы и эффективные способы приготовления комплексных добавок-модификаторов [2, 3]. Установлено, что использование разработанных добавок позволяет получать бетоны с улучшенными физико-механическими характеристиками по сравнению с бетонами без добавок. В частности получены бетоны с высокой прочностью - класс В90, низкой водонепроницаемостью - W20, высокой плотностью до 2450 кг/м³, низким водопоглощением - 3,2 % и др.

Кроме того, в зависимости от назначения и вида изготавливаемых бетонных и железобетонных конструкций возможно производство добавок-модификаторов, обеспечивающих высокую термостойкость, коррозионную стойкость, биостойкость др.

Таким образом, разработанные модификаторы рекомендуется применять для изготовления бетонных и железобетонных конструкций с

улучшенными эксплуатационными и пожарно-техническими характеристиками, в частности повышенным пределом огнестойкости, что является важной и актуальной задачей в связи с существующими тенденциями применения в строительстве большепролетных конструкций, применяемых для возведения зданий и сооружений повышенной этажности.

Список литературы

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: учеб. / В.Н. Демехин [и др.]. - М. : Академия ГПС МЧС России, 2003. - 656 с.
2. Леденев А.А., Усачев С.М., Перцев В.Т. Повышение эффективности применения органоминеральных добавок в технологии бетонов // Материалы междунар. конгресса Наука и инновации в строительстве SIB-2008 / ВГАСУ. – Воронеж, 2008. – С. 283 – 287.
3. Леденев А. А. Особенности получения и применения органоминеральных добавок для бетонов с высокими физико-техническими свойствами // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. – 2009. - № 4 (16). – С. 78 – 83.

ВЛИЯНИЕ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА КИНЕТИКУ РАСПАДА ЖИДКОГО НИТРОМЕТАНА

**Литинский Г.Б., доцент, к.х.н.
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Вопрос о роли и влиянии межмолекулярных взаимодействий (ММВ) на кинетику разложения конденсированных взрывчатых веществ (ВВ) в настоящее время является открытым. В работах приведенных в [1] показано, что ассоциация молекул ВВ и структура ближнего окружения в жидкости существенно меняют кинетические параметры и даже механизм реакций разложения ВВ, в то время как в более ранних работах [2] этими эффектами пренебрегают.

Это связано с отсутствием как экспериментальных данных по кинетике термического разложения в конденсированных фазах, так и адекватных теоретических моделей структуры жидкости, в рамках которых можно учесть влияние ММВ на кинетические процессы.

В этом сообщении для описания структуры жидких ВВ использована модель заторможенного вращения молекул в жидкости, предложенная в работах [3,4]. В качестве модельного ВВ выбран нитрометан (CH_3NO_2), молекула которого представляет собой симметричный волчок и обладает большим дипольным моментом (3.5 D). Наличие сильных диполь-дипольных ММВ приводит к «ассоциации» дискообразных молекул нитрометана в стопки, с антипараллельной ориентацией молекулярных диполей [3]. Такая взаимная ориентация молекул (ближний порядок) будет стабилизироваться во фронте ударной волны и может способствовать смене

механизма термического разложения нитрометана с радикального на молекулярный [1].

Список литературы

1. Смирнов Л.П. Математическое моделирование процессов разложения взрывчатых веществ // Успехи химии, 2010, Т.79, №5, С.466-483.
2. Манелис Г.Б. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ и порохов / Г.Б. Манелис, Г.М. Назин, Ю.И. Рубцов, В.А. Струнин. М.: Наука. 1996. 223с.
3. Литинский Г.Б. Диэлектрические свойства полярных жидкостей. Модель заторможенного вращения молекул./ Г.Б. Литинский // Химическая физика. 1999. Т.18, № 2. С. 55 – 59.
4. Литинский Г.Б. Статистическая термодинамика и диэлектрические свойства жидкости диполь-квадрупольных твёрдых сфер. Г.Б. Литинский // Журнал структурной химии. 2006. Т.47, №1. С. 55 – 59.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ГЛИНОЗЕМИСТЫЙ ЦЕМЕНТ ДЛЯ ЗАЩИТЫ АТОМНЫХ УСТАНОВОК

Миргород О.В., к.т.н., доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины, г.
Харьков

К числу наиболее полно изученных огнеупорных вяжущих, который применяется для тепловой защиты объектов атомной энергетики, является глиноземистый цемент, который производится в промышленности и применяется для изготовления огнеупорных бетонов нормального твердения. Однако, по своим свойствам при действии повышенных температур и радиационного излучения не всегда является стабильным [1]. В качестве цементов высшей огнеупорности применяются цирконийсодержащие цементы, которые предназначены для производства бетонов огнеупорностью свыше 2000 °С.

Отличительной особенностью цирконийсодержащих цементов является то, что клинкер этих цементов обжигается при повышенной температуре (от 1500 °С и выше), что связано с большими энергозатратами [2].

В связи с вышеизложенным, совместно с лабораторией вяжущих материалов кафедры технологии керамики, огнеупоров, стекла и эмалей НТУ «ХПИ» были получены и исследованы новые высокоглиноземистые цементы: цемент, с высоким содержанием диоксида кальция, глиноземистый цемент с добавкой активного глинозема и цемент из высокоглиноземистых шлаков алюмотермического производства феррохрома и ферротитана [3].

По внешнему виду данные модифицированные глиноземистые цементы представляют собой тонкий порошок, цвет которого от светло-серого до темно-коричневого зависит от состава сырья и способа

изготовления. Глиноземистый цемент, который получается спеканием, имеет белый цвет, а плавлением - светло-серый. Плотность цемента находится в пределах 2800-3200 кг/м³.

Наиболее важным свойством глиноземистого цемента является его способность быстро твердеть при затворении водой. Прочность цементного камня зависит от минералогического и гранулометрического состава.

Остаточная прочность, огнеупорность, деформация под нагрузкой при высоких температурах, термостойкость зависят от химико-минералогического состава цемента и вида заполнителя. Обычно применяют заполнители: шамот, бой огнеупорного высокоглиноземистого кирпича, электрокорунда. Огнеупорность бетонов на основе полученных цементов, близится к 2000 °С.

Список литературы

1. Кузнецова Т.В. Специальные цементы / Кузнецова Т.В. – СПб.: Стройиздат, 1997. – 297 с.
2. Караулов А.Г., Илюха Н.Г. Бетонные массы на основе диоксида циркония на алюмоцирконобариевом цементе. // Огнеупоры. – № 3. – М., 2000. – С. 2-3.
3. Миргород О.В., Шабанова Г.Н., Цапко Н.С., Тараненкова В.В., Рыщенко Т.Д. Разработка огнеупорных бетонов на основе барийсодержащего глиноземистого цемента. // ВАН “УкрНДІВ ім. А.С. Бережного”: Зб. наук. праць. – Харків: Каравела, 2006. – № 106. – С. 78-82.

СНИЖЕНИЕ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОТХОДОВ

**Никулина Н.С., преподаватель, к.т.н., Д.В. Каргашилов,
начальник кафедры,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж
Никулин С.С., профессор, д.т.н.
Воронежский государственный университет инженерных
технологий, Россия, г. Воронеж***

Нефтехимия является одной из самых развивающихся отраслей промышленности. Переработка и использование нефтяного и газового сырья неизбежно приводит к образованию и накоплению значительных количеств отходов как органического, так и неорганического происхождения. Утилизация этих отходов – важная и актуальная проблема человечества, позволяющая снизить пожаровзрывоопасность рабочей зоны, в процессе их перевозки и уничтожения, а так же уменьшить загрязнение окружающей среды.

Целью данного исследования явилось рассмотрение возможности переработки побочных продуктов производства бутадиенового каучука, в

низкомолекулярные олигомеры. Полученные продукты могут использоваться в производстве бутадиенового каучука в качестве наполнителя вводимого на стадии его выделения из раствора.

В опубликованных работах [1] показана возможность получения на основе димеров и тримеров бутадиена сополимеризацией их со стиролом, акриловыми мономерами низкомолекулярных сополимеров, которые могут найти применение в лакокрасочных и пропитывающих составах, в полимерных композитах различного назначения и др. Получение сополимеров протекало при использовании высокого содержания (70-80 % масс.) стирола в исходной смеси мономеров. Стирол – это дорогой, дефицитный продукт. Поэтому, снижение его содержания в исходной смеси мономеров и получаемом сополимере позволит уменьшить его себестоимость, сделать более конкурентоспособным, снизить пожароопасность и вред наносимый окружающей среде.

В данной работе рассмотрено влияние содержания стирола в исходной смеси мономеров на основе побочных продуктов производства бутадиенового каучука на процесс получения низкомолекулярных сополимер, в присутствии природных алюмосиликатов, используемых в дальнейшем в качестве олигомерных модификаторов.

Получение низкомолекулярных сополимеров на основе стирола и побочных продуктов производства бутадиенового каучука осуществляли следующим образом.

В реактор загружали 100 г углеводородной шихты с различным содержанием стирола и 25 г катализатора на основе глины, латинского месторождения Воронежской области. Содержание полимеризуемых соединений во всех случаях выдерживали ~ 50 % путем добавления расчетного количества растворителя – толуола в шихту. Необходимость выдерживания постоянного значения концентрации полимеризуемых углеводородов основана на исключении влияния концентрационного фактора на процесс получения сополимеров из побочных продуктов производства бутадиенового каучука и стирола.

Реактор герметично закрывали, и процесс проводили при 165 ± 2 °С в течение 24 часов с отбором проб через определенные промежутки времени и определением в них содержания сополимера гравиметрическим способом.

Содержание связанного стирола в олигомерных модификаторах, полученных на алюмосиликатных катализаторах показано в таблице.

Таблица – содержание связанного стирола

Содержание стирола в исходной мономерной смеси, % масс.	0	20	40	60	80	90
Содержание связанного стирола в олигомерном модификаторе, %масс.	0	27-31	46-52	64-69	83-87	90-93

Анализируя экспериментальные данные можно сделать вывод, что чем выше содержание стирола в исходной смеси мономеров, тем больше выход низкомолекулярного сополимера.

Синтезированные сополимеры обладают невысокой молекулярной массой, малыми размерами макромолекул и по своим показателям приближаются к маслам, широко используемым в промышленности синтетического каучука при получении наполненных полимеров, в шинной и резинотехнической промышленности, а также в производстве пропитывающих составов для обработки древесины, в лакокрасочных композитах и др.

Перспективным направлением дальнейших исследований может служить получение на основе синтезированных продуктов полигалоидных производных, введение которых в полибутадиеновый каучук на стадии его производства должны будут снизить температуру воспламенения и термодеструкцию. Протекание данных процессов отмечается при сушке каучука в сушильных прессах.

Список литературы

1. Коль В.А., Ривин Э.М., Щербань Г.Т. Свойства и применение диеновых олигомеров. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1984.- 41 с.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ

**Плаксицкий А.Б., к.ф.-м.н., доцент,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж
Бочаров А.И., ФГБОУ ВПО Воронежский государственный
технический университет, г. Воронеж**

В последние годы исследование наноматериалов получило быстрое развитие благодаря существующим и/или потенциальным применениям во многих технологических областях, таких как электроника, катализ, магнитное сохранение данных, структурные компоненты.

Исследования композитных материалов с сегнетоэлектрическими включениями актуальны как с прикладной, так и фундаментальной точек зрения. Так, широко известны свойства композитов на основе пористых материалов с сегнетоэлектрическими включениями, композитов на основе полимерных материалов.

Данная работа посвящена исследованиям электрических свойств сегнетоэлектрических материалов внедренных в полимерную матрицу.

В качестве объекта исследований были выбраны композитные материалы на основе триглицинсульфата. Данный материал характеризуется невысокой точкой Кюри ($T_c=49^\circ\text{C}$), что в свою очередь дает возможность

контролировать влияние полимерной матрицы на электрофизические свойства композита.

В качестве полимерной матрицы использовался поливиниловый спирт ($T_c=80^{\circ}\text{C}$). Выбор в качестве полимерной матрицы поливинилового спирта обусловлен простотой в изготовлении матрицы, а так же достаточно большим дипольным моментом, что играет большую роль в диэлектрических измерениях.

Исследования температурных зависимостей емкости и тангенса угла диэлектрических потерь показали следующее: для всех исследованных образцов пленки поливинилового спирта без включений нитрита натрия наблюдается характерное для полимерных материалов поведение электрической емкости при изменении температуры (рис.1).

Диэлектрические измерения проводились по методике, описанной в [1].

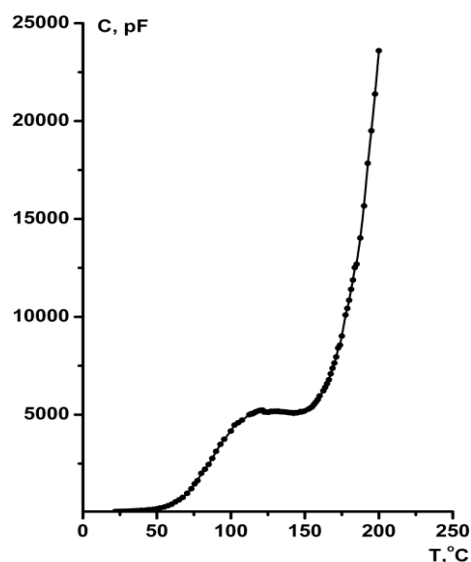


Рис.1. Температурная зависимость электрической емкости для пленки поливинилового спирта без сегнетоэлектрических включений.

Как показали исследования образцов поливинилового спирта с включениями триглицинсульфата показали ярко выраженную аномалию с максимумом при температуре $+100^{\circ}\text{C}$ (рис. 2.).

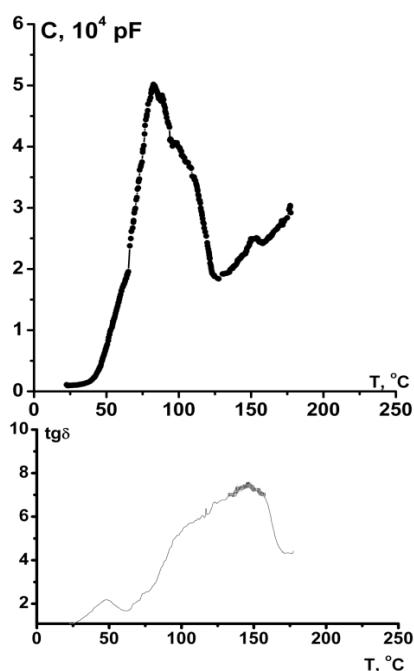


Рис.2. Температурные зависимости емкости и тангенса диэлектрических потерь для пленки поливинилового спирта с включениями триглицинсульфата.

т. е. значительно выше соответствующей температуры для объемного кристалла ТГС. Значения электрической емкости C достаточно велики и изменяются от ~ 100 пФ при комнатных температурах до 50000 пФ в области максимума, затем происходит спад емкости и небольшой максимум в области разложения триглицинсульфата. Повторные измерения привели к последовательному росту значений емкости во всем температурном интервале с последующим увеличением степени размытости максимума. В максимуме зависимости $C(T)$ значения электрической емкости превышают 12000 пФ. Максимальные значения емкости при этих измерениях смещаются неоднозначно. При повторных измерениях происходит уменьшение значений электрической емкости, что связано с переходом через температуру стеклования полимерной матрицы, когда в композите происходит зажатие сегнетоэлектрических включений аморфными областями поливинилового спирта. Исследования тангенса диэлектрических потерь показали две аномалии: одна в области соответствующей температуре фазового перехода триглицинсульфата, вторая - в области его разложения, с последующим спадом. В другой серии экспериментов наблюдается похожее смещение максимума электрической емкости, однако её значения много меньше даже чем емкость поливинилового спирта. Это может быть связано с взаимодействием триглицинсульфата с молекулами поливинилового спирта, что приводит к образованию комплексов ТГС-ПВС и уменьшению подвижности макромолекул поливинилового спирта. Обобщая полученные экспериментальные результаты исследований композитных материалов на основе поливинилового спирта с сегнетоэлектрическими включениями можно сделать следующие выводы:

Для всех исследованных композитов наблюдается увеличение значений электрической емкости по сравнению с объемными сегнетоэлектрическими кристаллами.

Для композитных пленок ТГС-ПВС наблюдается размытие максимума электрической ёмкости при температурах превышающих точку Кюри объемного кристалла ТГС.

Список литературы

1. Лайнс М., А. Гласс. Сегнетоэлектрики и родственные им материалы. М., Мир, 1981.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИОНООБРАЗОВАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРАХ ДЛЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ ДЫМА В ОЧАГАХ ПОЖАРОВ

Попов И.И., к.т.н., доцент, Толкунов И.А.,
Национальный университет гражданской
защиты Украины, г. Харьков

Анализ статистических данных показывает [1], что большинство людей, ставших жертвами пожаров, погибли не от ожогов или от других опасных физических и механических факторов, а от того, что задохнулись от дыма. Ухудшение видимости также существенно влияет эффективность спасательных работ в задымленном помещении, что следует учитывать при организации систем дымоудаления как в аварийных ситуациях, так и при проектировании и строительстве таких систем.

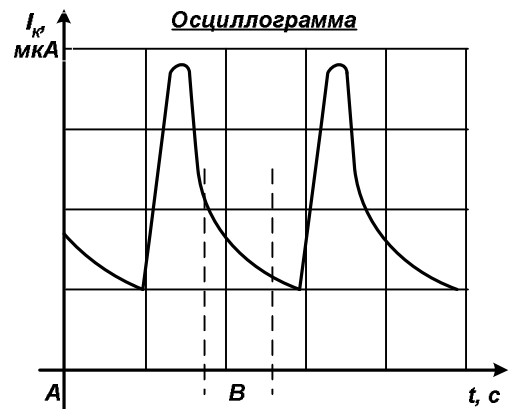
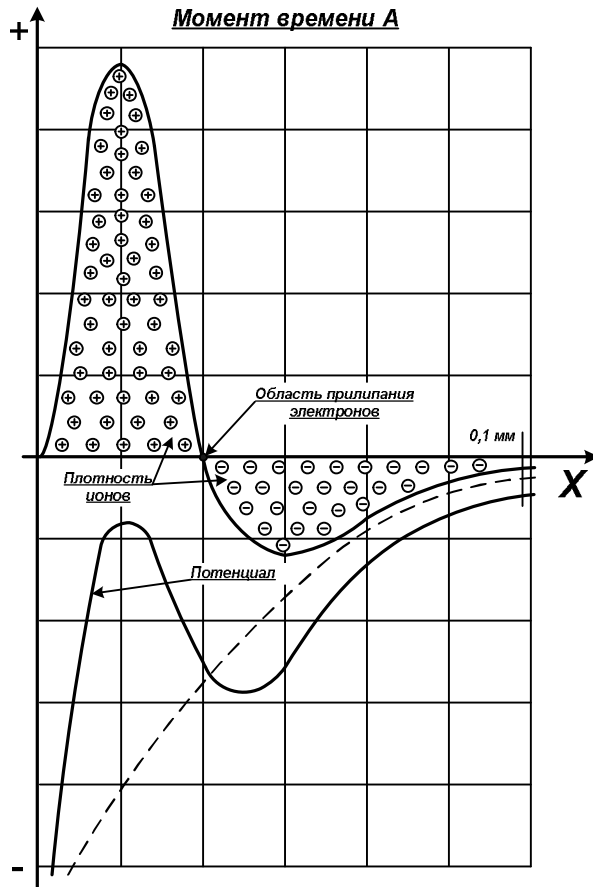
В работе рассмотрен один из высоко эффективных способов осаждения дыма, состоящий в использовании эффекта «ионного ветра». Устройства, основанные на этом эффекте имеют высокую эффективность, просты в эксплуатации, относительно дешевы в реализации, имеют низкое энергопотребление и другие преимущества, однако они требуют дальнейшего совершенствования для решения приведенной выше сложной инженерно-технической задачи.

В электрических фильтрах (ЭФ), основанных на эффекте «ионного ветра», воздух ионизируется коронным разрядом, образующимся у коронирующих электродов ионизатора под действием высокого напряжения. Ядра конденсации, которые образуются в результате оседания легких ионов воздуха на частичках дыма, дрейфуют в виде ионных лавин к открытым поверхностям (стены, потолок), являющимся в данном случае осадительными электродами [2,3]. Эффективность ЭФ зависит от его ионной производительности. Число ионов N , продуцируемых ЭФ, определяется по формуле:

$$N = \exp \left[\int a_T(x) dx \right], \quad (1)$$

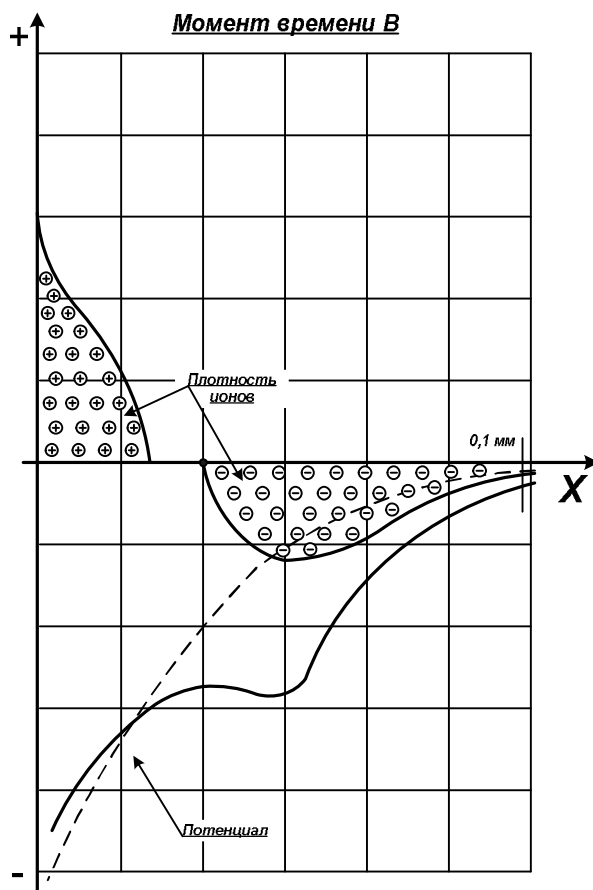
где x – расстояние от острия, м;
 $\alpha_T(x)$ – первый коэффициент ионизации Таунсенда.

Схематическое изображение ионных лавин, потенциала и формы импульса в случае отрицательной



короны с острия приведены на рис. 1.

Рис. 1 – Схематическое изображение распределения плотности ионов, потенциала и форма импульса в случае отрицательной короны с острия, а также падение потенциала (---) при отсутствии короны



Рассмотрим физические процессы, протекающие при возникновении ионных лавин. Лавина оставляет за собой плотное облако положительных ионов, дрейфующих к острию и создающих пространственный заряд, частично экранирующий поле коронирующего электрода, которое уменьшается по мере удаления от острия. Интенсивно сталкиваясь с молекулами воздуха, электроны теряют свою энергию и в результате прилипания образуют отрицательные ионы, которые дрейфуют к осадительным электродам.

Когда поле положительного пространственного заряда

становится достаточно большим, оно практически полностью экранирует поле острия, и ионизация прекращается. Адсорбция положительных ионов поверхностью коронирующего электрода уменьшает пространственный заряд. Когда к острию подходят последние положительные ионы, напряженность электрического поля вновь возрастает, и эти ионы, ускоряясь, создают иницирующие электроны, которые дают начало новым электронным лавинам.

Если подать на острие положительный потенциал, то случайный электрон, находящийся вблизи коронирующего электрода, движется к нему, образуя лавину электронов и положительных ионов.

Электронные лавины притягиваются к острию, а положительные ионы образуют поток, направленный от коронирующего электрода к осадительным. При низких напряжениях в положительной короне в воздухе имеют место только лавины, возникающие вблизи острия, где существуют условия для отрыва электронов.

На характеристики коронного разряда сильное влияние оказывает молекулярный состав газа. В таких газах, как, например, азот, не обладающих сродством к электрону, отрицательный коронный разряд не может происходить. В газах, проявляющих умеренное сродство к электрону, например, углекислый газ, отрицательный коронный разряд существует лишь в определенном диапазоне напряжений. Влияние состава газа на ток коронного разряда объясняется также различием в подвижности образующихся пар ионов.

Принцип коронного разряда положен в основу работы большинства отечественных и зарубежных электрофильтров.

Анализ методов и технических средств искусственной ионизации воздуха показывает, что наиболее универсальными для очистки воздуха от дыма при пожарах является коронный метод аэроионизации. Устройства ионизации воздуха, основанные на этом методе, обладают высокой производительностью, безопасны в эксплуатации, лучшими по сравнению с аналогами конструктивно-технологическими особенностями, практически не создают при работе побочных продуктов.

Список литературы

1. Национальный доклад о состоянии техногенной и природной безопасности в Украине в 2011 году. – К.: Чернобыльинтеринформ, 2012. – 274 с.
2. Верещагин И.П., Левитов В.И., Мирзабекян Г.З., Пашин М.М. Основы электрогазодинамики дисперсных систем. – М.: Энергия, 1974. – 480 с.
3. Левитов В.И., Решитов И.К., Ткаченко В.М. и др.; Под общей ред. В.И. Левитова. Дымовые электрофильтры. / – М.: Энергия, 1980. – 448 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИЛОВЫХ ВОЛНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ В АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ, ИНЖЕНЕРНОЙ И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ТЕХНИКЕ УКРАИНЫ

Приймаков А.Г., к.т.н., доцент, Соколов Д.Л., к.т.н., доцент,
Самарин В.А.,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков

Силовые волновые зубчатые (и фрикционные) передачи (СВЗП) получили широкое распространение в специальном машиностроении Украины, [1], в частности, целесообразно использовать их в качестве приводов в автолестницах пожарных типа АЛ-17,30,31, автоподъемниках типа АПК-32,50, в роторах машин дорожно-котлованных типа МДК-2, в роторах траншейных машин колесных ТМК-2, в механизмах поворота стреловых кранов типа КС-4574 и др.

Во всех случаях замене подлежат зубчатые и червячные передачи с большим передаточным числом, высокой надежностью при ограничении по весу и габаритам.

Авторы предлагают следующие конструкции СВЗП для противопожарной, инженерной и аварийно-спасательной техники для гражданской защиты населения в странах СНГ.

Кинематические схемы и расчет конструктивных параметров этих СВЗП описаны и приведены в [2,3].

На рис. 1 даны конструкция (а) и схема (б) стрелоподъемной лебедки самоходного крана (двигатель и тормоз условно не показаны). Мощность привода составляет 7 кВт при скорости двигателя 975 мин^{-1} , передаточное отношение — 180, модуль зацепления — 0,8 мм, диаметр гибкого колеса 310 мм. Вал двигателя 1 с помощью двойной зубчатой муфты 2 соединен с эксцентриковым валом 13 генератора волн. На валу на подшипниках установлены три диска, один из которых 11 расположен в середине и смещен за счет эксцентриситета в одну сторону, а два других 9 и 12 расположены по краям и смещены в другую сторону. Крайние диски жестко соединены между собой посредством болтов 10, которые проходят в отверстия среднего диска. Диски генератора деформируют через промежуточное кольцо 8, гибкое колесо 6 в двух диаметрально противоположных зонах и вводят его в зацепление с жестким колесом 7. Гибкое колесо соединено с барабаном лебедки 4, который установлен на подшипниках на раме 14. В этой же раме на подшипниках 3 установлен вал генератора волн 13. Жесткое колесо 7 соединено с рамой посредством рычажной уравнивающей подвески (рис. 1, б), воспринимающей реактивный момент (пара сил передается через тяги 15 и замыкается на промежуточную тягу 17 через рычаги 16) и допускающей любые радиальные перемещения жесткого колеса. При этом компенсируются

неточности монтажа. Для восприятия веса жесткого колеса служит упругая вставка 18.

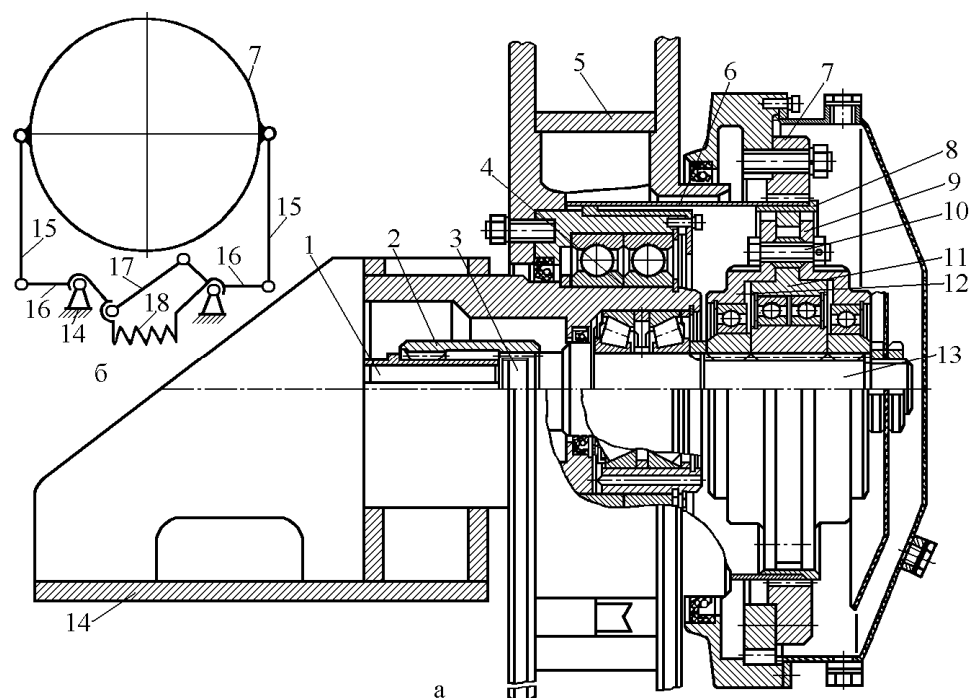


Рис. 1. Стрелоподъемная лебедка самоходного крана с волновой зубчатой передачей

Лебедку испытывали на стенде при номинальном моменте на барабане 100 кН×м в течение 1000 ч. Предельные передаваемые моменты на гибком колесе достигали 270 кН×м. Лебедка испытана также в эксплуатационных условиях на кране КС-4574. Габаритные размеры и вес лебедки с волновой передачей примерно в два раза меньше тех же показателей серийно выпускаемой лебедки с червячной и цилиндрической передачей без снижения общей работоспособности привода.

На рис. 2 представлена конструкция (а) и общий вид (б) волнового редуктора механизма поворота башенного крана КБ-160.

Механизм имеет общее передаточное отношение 1640, в том числе волновой передачи — 258, модуль $m = 1,25$ мм, диаметр гибкого колеса 626 мм, толщину его стенки 7 мм, мощность привода 5 кВт.

Специальная рычажная система 12, связывающая механизм с поворотной платформой 13, позволяет компенсировать погрешности установки редуктора, исключить влияние несоосности ходовой рамы и платформы на работу передачи. В редукторе применен дисковый генератор волн 10, приводимый в движение двигателем 7 через цилиндрическую зубчатую пару 8. Жесткое колесо 4 неподвижно, гибкое колесо 9 вращается. Корпус 5 редуктора не нагружен крутящим моментом, так как момент с жесткого колеса передается непосредственно на ходовую раму 3. Между ведомым звеном 11 и корпусом 5 установлен чугунный подшипник скольжения 6. Соединение гибкого колеса с ведомым звеном шлицевое. Между гибким звеном и генератором волн установлено промежуточное

кольцо 2. Вал генератора выполнен полым, внутри вала проходит труба 1 с кабелями токоподвода. Корпус редуктора не имеет подвижных уплотнений в нижней части, благодаря чему обеспечиваются надежность смазки и защита элементов передачи от внешней среды.

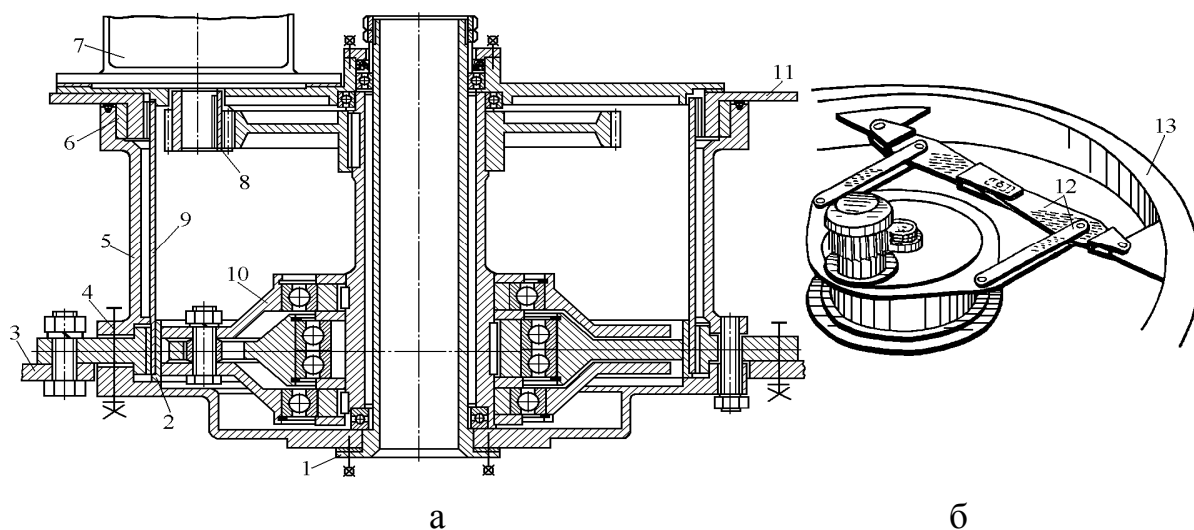


Рис. 2. Механизм поворота башенного крана

Вследствие уменьшения зазоров в зацеплениях и крутильной жесткости передачи снижаются динамические нагрузки на элементы крана. Стоимость механизма уменьшается, так как нет необходимости в нарезании крупномодульного зубчатого венца.

Список литературы

1. Приймаков А.Г., Градыский Ю.А., Приймаков Г.А. Основы конструирования силовых волновых механизмов с позиции трибофатики // Монография. Харьков: Оберіг, 2012. 302 с.
2. Приймаков А.Г., Воробьев Ю.С., Приймаков Г.А. Теория и конструирование силовых волновых зубчатых передач // Монография. Харьков: Оберіг, 2010. 383 с.
3. Приймаков А.Г., Приймаков Г.А., Швырев Н.П. Расчет и проектирование герметичных силовых волновых зубчатых передач // Монография. Харьков: Оберіг, 2010. 112 с.

ОЦЕНКА ПОТРЕБЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ В БАКЕЛИЗАТОРАХ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ АБРАЗИВНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА БАКЕЛИТОВОЙ СВЯЗКЕ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ

**Разумов А.А. к.ф.-м.н., доцент, Кропотова Н.А., к.х.н.
ФГБОУ ВПО «Ивановский институт государственной
противопожарной службы МЧС России», г. Иваново**

Задача материало- и энергосбережения является одной из приоритетных на любом промышленном предприятии. Производство абразивных изделий на керамической, бакелитовой связках потребляет большое количество электрической энергии, преобразуемой при термообработке в тепловую (внутреннюю) энергию. Поэтому важна оценка потребления тепла Q в конкретном производстве конкретных изделий: определение соотношения энергии, расходуемой на нагревание бакелизатора и его содержимого, и полезной энергии, затраченной на термообработку абразивных изделий. В качестве таковых взяты отрезные круги типоразмера $230 \times 3 \times 22,2$. Для других изделий (обдирочных шлифовальных кругов) при действующей технологии и существующем регламенте потребление тепловой энергии возрастает в несколько раз.

Данные по величинам масс тележек, ввозимых в бакелизатор, кассет, подкладных плит, их количеству, предоставлены отделом главного технолога (ОГТ) одного из заводов, производящих абразивную продукцию. Поскольку эта информация относится к разряду конфиденциальной, а потому здесь не приводится. Известно, что теплоемкость является функцией температуры и увеличивается с ее ростом [1]. Абразивные изделия представляют собой полимерный композиционный материал (ПКМ): электрокорунд, связующее, наполнители (колчедан, мраморная крошка, криолит), имеющие различные теплоемкости и по-разному проявляющие себя при термообработке [2]. В справочной литературе, в частности [1], представлены значения молярных теплоемкостей веществ, изменяющихся по закону:

$$C_{\text{мр}} = \alpha + \nu T + \gamma T^{-2} \quad (1)$$

Величины α , ν и γ - постоянные, приводятся для стали, электрокорунда в [1, с. 132], являющиеся основной массой, подверженной термообработке.

Оказалось, что отношение теплоемкости стали к теплоемкости электрокорунда, рассчитанные по формуле (1), равно 3,875. Масса стали, нагреваемая в бакелизаторе, в 5,95 раза больше массы электрокорунда, составляющей 78% формовочной массы при однократной термообработке. С поправкой на потребление тепла связующей массой, наполнителями ($Q = 2,1 \cdot 10^3$ Дж) соотношение $Q_{\text{стали}}/Q_{\text{круг}} = 22,9$, т.е. при термообработке (бакелизации) подавляющее количество теплоты идет на нагревание металла, но не абразивного сырца. В приведенном расчете не учитывались потери теплоты на нагревание газовой среды в бакелизаторе, самого

бакелизатора. Поскольку теплота получается за счет преобразования электрической энергии во внутреннюю в электронагревателях бакелизаторов, не трудно с учетом соответствующего значения КПД (η) спрогнозировать расход электроэнергии. Мы не поверили столь печально потрясающим результатам расчета, и подошли к проблеме с другой стороны: произвели оценку потребления электроэнергии одним бакелизатором мощностью в среднем 50 кВт (по данным энергетиков) за время термообработки по существующему регламенту. Количество теплоты, рассчитанное нами, и потребленная электроэнергия совпали по порядку величины!

В заключение небольшое частное замечание, касающееся теплоемкости наполнителей. Хотя они составляют небольшую долю всей формовочной массы, тем не менее, при возрастании объема выпускаемой продукции расход энергии на их нагревание надо учитывать, коль он пропорционально увеличивается. Самая минимальная теплоемкость у гипса – 200 кал/кг·К, для сравнения у криолита – 250 кал/кг·К.

Подведем итоги вышесказанному:

1. При действующих технологиях и регламентах изготовления абразивных изделий (указанные выше типоразмеры кругов) только 4,18% общей тепловой энергии идет на термообработку сырца, а остальное (95.82%) на нагревание металла.
2. Пути сокращения расхода электроэнергии (количества теплоты) при бакелизации: а) уменьшение массы несущих конструкций (замена стали на другой, менее энергоемкий материал, например, алюминий и его сплавы, материалы с малой теплоемкостью и высокими механическими свойствами, с гофрированной поверхностью); б) проектирование и построение туннельной печи с малым рабочим объемом термообработки; в) поиск, разработка и применение веществ, ускоряющих процесс поликонденсации (например, гипс); г) применение наполнителей с минимальной теплоемкостью.

Изучено влияние наполнителей: пирита FeS_2 , криолита Na_2AlF_6 , алебаstra строительного CaSO_4 - на текучесть СФП (связующего фенольного порошкообразного) с различными значениями текучести τ и разным содержанием отвердителя гексаметилентетрамина (ГМТ) или уротропина. Установлены эмпирические зависимости текучести от концентрации, натурального логарифма текучести от концентрации, абсолютного изменения текучести и его натурального логарифма от концентрации всех указанных наполнителей. Из них следует, что изменения текучести от концентрации носят логарифмический характер и не зависят от содержания уротропина. Сами графики [1] могут быть аппроксимированы функциональной зависимостью

$$\ln \tau = A(\rho) + c, \quad (2)$$

где $A(\rho)$ – параметр, зависящий от рода наполнителя, c – концентрация наполнителя в связующем СФП.

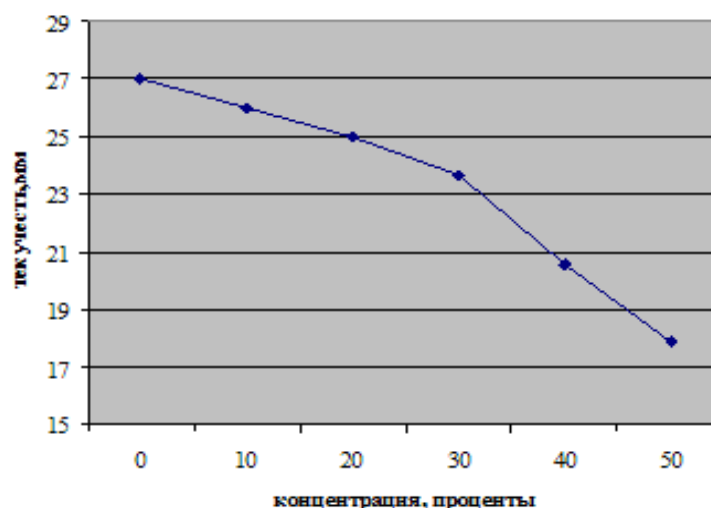


Рис.1. Концентрационная зависимость текучности СФП с наполнителем

Влияние наполнителей на текучесть (смачивание жидким СФП увлажнённых шлиф-зёрен) обнаружено впервые. Уменьшение текучности приводит к появлению пустот (пор), слабой связке зёрен между собой в матрице абразивного инструмента и, как результат, к ухудшению механических свойств абразива: прочности, износостойкости. По графику (рис.1) удалось оценить предельное значение содержания наполнителя в формовочной массе - 30 % независимо от рода наполнителя (криолит, пирит, гипс и т.д.). Параллельно проведенные исследования влияния концентрации наполнителя на коэффициент шлифования и предельную частоту оборотов (на разрыв) дали примерно такой же результат: коэффициент шлифования и критическая скорость инструмента резко уменьшались у абразива с концентрацией выше 30%. Из графиков зависимости текучности от концентрации можно определить динамическую вязкость СФП, которая даётся в паспортах (сертификатах) западных фирм. Это позволяет отличить сухой пульвербакелит от содержащего влагу порошка.

Список литературы

1. Рябин, В.А. и др. Термодинамические свойства вещества // В.А. Рябин. -Л.: Химия, -1977. - 398 с.
2. Портной, К.И. и др. Структура и свойства композиционных материалов // К.И. Портной. -М.:Машиностроение, -1979, -255 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

Рыбка Е.А., научный сотрудник,
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

При строительстве сооружений промышленного, общественного и жилого назначения в проекте всегда оговаривается степень огнестойкости объекта, которая предусматривает проведение целого комплекса противопожарных мероприятий.

Тенденция развития исследований в области определения пределов огнестойкости строительных конструкций [1-2] показывают, что перспективным является использование малоразмерных печей. Это обусловлено значительным снижением трудовых, энергетических и материальных затрат на подготовку и проведение испытаний, и вместе с тем повышении их точности за счет развития расчетных методик.

Для использования современных расчетно-экспериментальных подходов к определению пределов огнестойкости строительных конструкций требует решения задача по реализации различных законов изменения температуры в печи. С этой целью возникает необходимость экспериментального определения динамических свойств разработанной малоразмерной электрической испытательной печи [3].

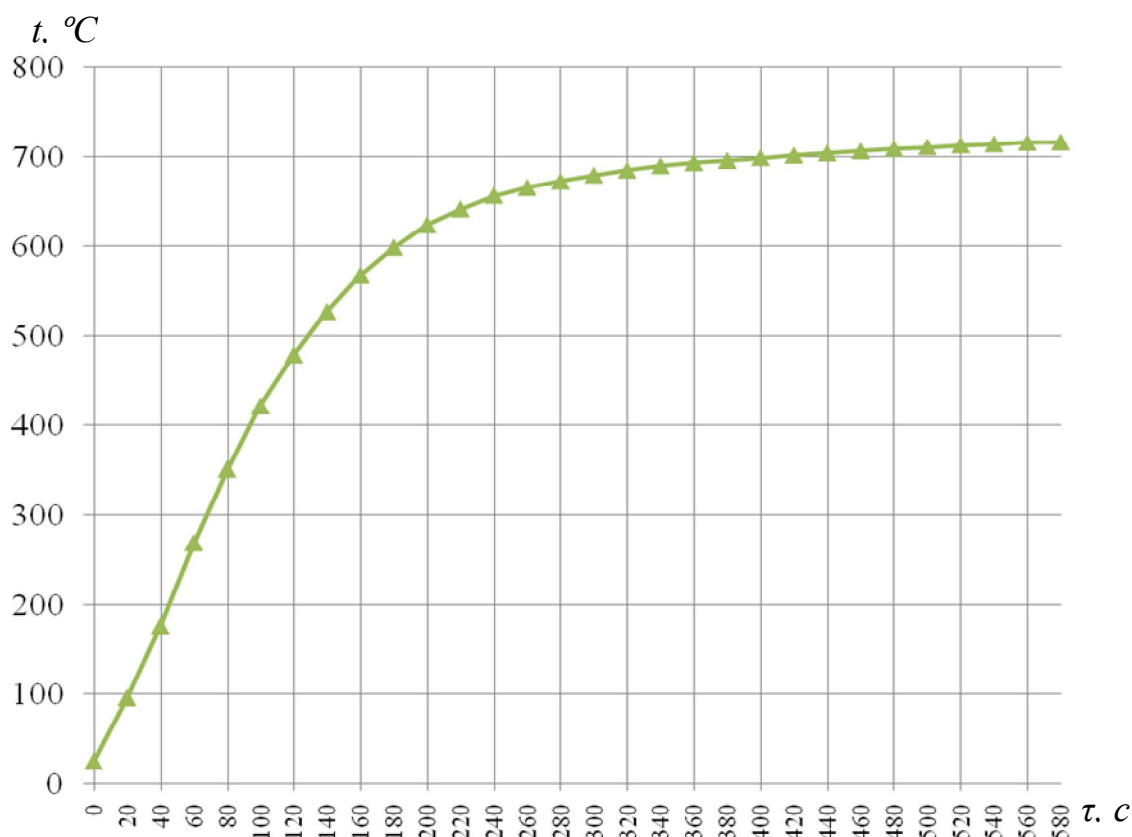


Рис. 1. Изменение температуры в печи

Для реализации эксперимента был создан измерительный блок на каркасе которого размещались измерительные термопары типа ТХА-210.

При проведении эксперимента было установлено, что в разработанной цилиндрической печи создается осесимметричное температурное поле, что указывает на необходимости измерения температуры только в радиальном направлении.

Эксперимент проводился для условий, когда управляющее воздействие являлось постоянным по величине. В этом случае зависимость температуры t в некоторой точке камеры печи от времени τ представляет собой локальную переходную функцию.

Регистрация показаний термопар производилась с использованием персонального компьютера с интервалом 20с. На рис. 1 приведен пример зависимости $t=t(\tau)$ для рабочего объема печи.

Полученные таким образом экспериментальные зависимости открывают возможность для формирования требований к управляющим воздействиям для реализации требуемого закона изменения температуры в рабочем объеме печи.

Список литературы

1. Поздеев С.В. Расчет температурных режимов прогрева камеры печи при тепловых испытаниях бетонных образцов. / Поздеев С.В., Некора О.В., Григорян Б.Б., Поздеев А.В. // Матеріали VIII Всеукраїнської наук.-практ. конференції рятувальників. – УкрНДІПБ, 2006. – С.253 – 257.
2. Перельмутер А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / Перельмутер А.В., Сливкер В.И. – К.: Изд-во «Сталь», 2002. – 600 с.
3. Андронов В.А. Лабраторна установка для визначення вогнезахисних властивостей реактивних вогнезахисних покриттів для металевих конструкцій / В.А. Андронов, Є.О. Рибка // Проблеми пожарной безопасности. – Харьков: УГЗУ, 2009. – Вып. 26. – С. 3 – 11.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕГОРОДОК НА ПОЖАРНУЮ И ПРОМЫШЛЕННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТА

**Скляров К.А., доцент, к.т.н., Сушко Е.А., доцент, к.т.н.
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж**

В последнее время в офисных и торговых помещениях часто применяют легкие перегородки, предназначенные для создания отдельного рабочего пространства в большом помещении. Использование перегородок существенно изменяет распределение воздуха в помещении. Исследование влияния перегородок на воздушные потоки является актуальной задачей вентиляции.

В данной работе методы численного моделирования процессов газовой динамики использованы для исследования воздушных потоков помещений с перегородками.

Рассмотрим уравнения двумерной стационарной модели движения воздушных потоков в помещении.

Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = 0, \quad (1)$$

где ρ - плотность воздуха, кг/м³; t - время, с; x_i - i - я пространственная координата, м; u_i - i - компонента скорости воздуха, м/с.

Уравнение Навье - Стокса, осредненное по Рейнольдсу:

$$\frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_i} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\Gamma_{eff}^u \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right) - \frac{2}{3} \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\Gamma_{eff}^u \frac{\partial u_j}{\partial x_j} \right) - \frac{2}{3} \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho k) - \delta_{i3} \rho g, \quad (2)$$

где p - давление, Па; Γ_{eff}^u - коэффициент диффузии для переменной u , кг/м·с; k - кинетическая энергия турбулентности, м²/с²; g - ускорение свободного падения, м/с².

Перенос кинетической энергии турбулентности определяется уравнением:

$$\frac{\partial(\rho u_i k)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\Gamma_{eff}^k \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) + G^k + G^b - \rho \varepsilon, \quad (3)$$

где ε - скорость диссипации турбулентной энергии, м²/с³.

Скорость диссипации турбулентной энергии определяется уравнением [2]:

$$\frac{\partial(\rho u_i \varepsilon)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\Gamma_{eff}^\varepsilon \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} \right) + \frac{\varepsilon}{k} (C_1 (G^k + G^b) - C_2 \rho \varepsilon), \quad (4)$$

где C_1, C_2 - константы $k - \varepsilon$ модели турбулентности.

$$G^k = 2\mu_t \left(\sum_i \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_i} \right)^2 \right) + \mu_t \left(\sum_{i>j} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)^2 \right), \quad (5)$$

$$G^b = \mu_t g \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x_3}, \quad (6)$$

где μ_t - турбулентная динамическая вязкость, кг/м·с.

$$\mu_t = C_\mu \frac{\rho k^2}{\varepsilon}, \quad (7)$$

$$\mu_{eff} = \mu_l + \mu_t, \quad (8)$$

$$\Gamma_{eff}^\Phi = \frac{\mu_{eff}}{\sigma^\Phi}, \quad (9)$$

где C_μ - эмпирический коэффициент; μ_{eff} - эффективная динамическая вязкость, кг/м·с; μ_l - ламинарная динамическая вязкость, кг/м·с; σ^Φ - число Шмидта.

Граничные условия формулируются исходя из непроницаемости и равенства нулю скорости на строительных конструкциях.

Для численного решения полученной системы уравнений использовалась неявная конечно - разностная схема расщепления по направлениям и физическим процессам с использованием уравнения переноса внутренней энергии в форме уравнения для давления. Это увеличило вычислительную эффективность численной схемы, а также дало возможность использовать консервативные по массе численные схемы.

Алгоритм численного расчета математической модели реализован в виде программы в среде Microsoft Visual C++ с использованием модулей пакета MatLab.

Полученная программа использована для расчета стационарных воздушных потоков помещения, высотой 5,0 м и длиной 20,0 м (рис. 1).

Помещение частично разделено тремя перегородками. Воздух подается равномерно с одной стороны помещения и удаляется с противоположной стороны со скоростью 0,3 м/с. Высота перегородки в первом случае составляла 2,0 м, во втором - 3,0 м и в третьем - 4,0 м. Расстояние между перегородками составляло 5,0 м.

Результаты расчетов представлены на рис. 2.

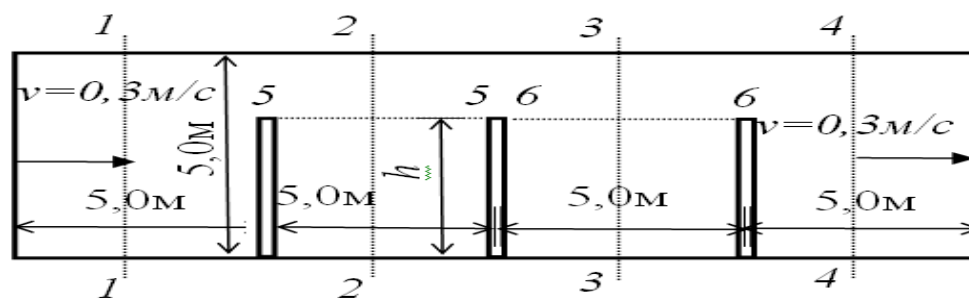


Рис. 1. План помещения, разделенного перегородками

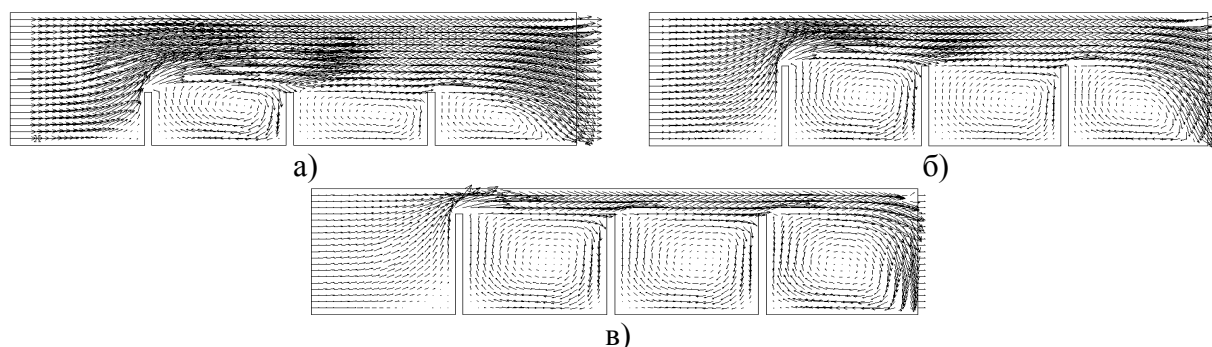


Рис. 2. Направление воздушных потоков в помещении с перегородками, высотой: а) 2,0 м, скорость воздуха изменяется от 0 до 0,70 м/с ; б) 3,0 м, скорость воздуха изменяется от 0 до 1,19 м/с; в) 4,0 м, скорость воздуха изменяется от 0 до 2,49 м/с

Полученные нами результаты показывают, что изменение высоты перегородок с 2 м до 4 м ведет к резкому росту скоростей воздуха с 0,6 м/с до 1,8 м/с. Однако высота перегородок слабо влияет на подвижность воздуха в выгороженном пространстве, которая остается практически

постоянной и близкой к 0,1 м/с. Это позволяет сделать вывод о возможности использования в помещениях с перегородками систем вентиляции, спроектированных для обслуживания помещения без перегородок.

Список литературы

1. Скляр К. А. Определение зависимости диаметра патрубка и расхода отсасываемого воздуха от конструктивных размеров технологического оборудования / К. А. Скляр, С. О. Потапова, О. Н. Филатова // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. — 2010. — № 4. — С. 146—150.
2. Мелькумов В. Н. Исследование влияния перегородок на вентиляционные потоки в помещении / В. Н. Мелькумов, К. А. Скляр, А. В. Климентов // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. Сер.: Энергетика. — 2006. — Т. 2, № 6. — С. 8—10.
3. Колодяжный С. А. Зависимость качества воздуха помещений от концентраций взрывоопасных вредных веществ на открытых производственных площадях / С. А. Колодяжный, Н. А. Старцева // Каучук и резина. — 2002. — № 2. — С. 33—36.
4. Сушко Е. А. Разработка методики расчета рациональных режимов систем вентиляции производственных помещений / Е. А. Сушко, К. Н. Сотникова, С. Л. Карпов // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. — 2011. — № 2 (22). — С. 143—149.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ КЕТОНОВ

**Тарахно Е.В., к.т.н., Трегубов Д.Г., к.т.н., Шепелева А.И., к.х.н.,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Для обеспечения пожарной безопасности современных производств необходимы данные о показателях пожаровзрывоопасности веществ и материалов, которые определяются в соответствии с [1]. Интенсификация промышленных процессов производства в химической промышленности привела к использованию легковоспламеняющихся и горючих веществ, для которых экспериментально не определены параметры пожарной опасности, например, для алкилкетонов и алкилальдегидов. В то же время они находят широкое применение в различных технологиях, таких как производство пластмасс, композиционных материалов, лаков и др. Это вызвало необходимость использования расчетных методов определения данных величин.

Для большинства используемых алкилкетонов экспериментально определены температуры вспышки, концентрационные пределы распространения пламени и температурные зависимости давления

насыщенного пара в полулогарифмическом виде. Проведены также теоретические расчёты температур вспышки, исходя из значений их температур кипения.

Нами были рассчитаны температурные пределы распространения пламени (верхний и нижний $t_{н(в)}$) некоторых алкилкетонов исходя из зависимости давления их насыщенного пара от температуры и значений концентрационных пределов распространения пламени. Используя литературные данные [2], а также полученные расчетные значения, мы провели регрессионный анализ с целью установить взаимосвязь температурных пределов распространения пламени алкилкетонов с их температурами кипения и молекулярной массой, а также температур вспышки в открытом тигле с температурами кипения (см. табл. 1). В результате этого анализа для всех указанных параметров были установлены линейные корреляционные зависимости вида:

$$t_x = a + bx, \quad (1)$$

где t_x – температура вспышки или нижний и верхний температурный предел распространения пламени, °С; x – температура кипения, $t_{кип}$, °С или молекулярная масса M , г моль⁻¹.

Таблица 1 – Данные регрессионного анализа взаимосвязи параметров пожаровзрывоопасности алкилкетонов с их физическими характеристиками

№ п/п	Зависимость	Коэффициенты корреляции	Число точек	Значения a и b при P = 0,95	
				a	b
1	$t_{всп} = f(M)$	0,969	12	-38,24±18,20	0,927±0,154
2	$t_{н} = f(t_{кип})$	0,995	13	-59,57±5,47	0,664±0,138
3	$t_{в} = f(t_{кип})$	0,957	9	-40,58±6,52	0,769±0,210
4	$t_{н} = f(M)$	0,997	8	-84,59±7,91	1,030±0,078
5	$t_{в} = f(M)$	0,997	6	-69,84±12,54	1,265±0,460

Для всех зависимостей наблюдается высокий коэффициент линейной корреляции, что позволяет использовать их для расчета рассматриваемых параметров для кетонов, даже если они не определены экспериментально. Однако в случае зависимости $t_{н(в)}$ от температур кипения коэффициент корреляции несколько ниже чем до зависимостей $t_{н(в)}$ от молекулярной массы. В тоже время, как видно из рис.1, для зависимостей $t_{н(в)}$ от $t_{кип}$ на общую прямую ложатся все точки для кетонов как нормального, так и изостроения, а также для циклогексанона. Для зависимостей же $t_{н(в)}$ и $t_{всп}$ от молекулярной массы (рис 2) точки, соответствующие кетонам изостроения, расположены несколько ниже прямых рассчитанных для н-алкилкетонов. В свою очередь для изоалкилкетонов наблюдается линейная зависимость $t_{н(в)}$ от M (пунктирные линии на рис.2). Отношение угловых коэффициентов

прямых для изоалкилкетонов и н-алкилкетонов одинаковы и равны 0,855. Это позволяет ввести в уравнение (1) для н-алкилкетонов для $t_{н(в)}$ поправочный коэффициент $K = 0,855$ у параметра b и получить уравнение типа:

$$t_{н(в)} = a + 0,855b \cdot M, \quad (2)$$

и рассчитывать $t_{н(в)}$ и изоалкилкетонов с высоким коэффициентом корреляции (0,997). Высокий коэффициент корреляции для зависимости $t_{н(в)}$ от M для алкилкетонов позволяет рассчитывать $t_{н(в)}$ с помощью молекулярной массы даже если данные о температурах кипения отсутствуют.

Список литературы

1. ГОСТ 12.1.044-89. «Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».
2. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2-х книгах / [Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н и др.]; под ред. Баратова А.Н. - М. : Химия, - 1990. - 272 с.

ВСПУЧИВАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ ПОНИЖЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Тимофеева С.В., к.х.н., доцент
Ивановский Институт ГПС МЧС России, г. Иваново

Одним из приоритетных направлений в области пожарной безопасности является разработка вспучивающих огнезащитных составов для тканых материалов. Практика показывает, что материалы на тканой основе горят лучше, чем древесина. А стоимость мероприятий, направленных на устранение последствий пожаров, во много раз превышает затраты на их профилактику. Статистика пожаров по стране показывает, с наименьшими потерями из пожара выходит тот, кто использует текстильный дизайн помещения с применением современных негорючих материалов или материалов пониженной пожарной опасности. Согласно Федеральному закону от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1-5] текстильные и кожевенные материалы должны применяться в зависимости от функционального назначения и пожарной опасности здания, сооружения или функционального назначения изделия, для которых используются данные материалы.

Требования пожарной безопасности к области применения текстильных и кожевенных материалов устанавливаются исходя из показателей пожарной опасности этих материалов.

Контроль за ограничением горючести полимерных материалов на тканевой основе стал неотъемлемой частью процесса роста их производства [1-5]. Именно поэтому в области огнезащитных покрытий ведутся непрерывные разработки по усовершенствованию составов, покрытий, композиций и т.п. пониженной пожарной опасности, обладающих эффектом вспучивания.

Широкое применение полимерных синтетических текстильных материалов в декоре помещений, зданий, сооружений с массовым пребыванием людей связано со значительным удорожанием природного целлюлозного сырья, сокращением сырьевых источников в России.

Традиционная пропитка изделий минеральными добавками в случае синтетических материалов часто не даёт надёжной огневой защиты, а иногда становилась невозможной. Она, например, неприемлема для лавсана и многих других синтетических волокон. Развитие химических способов снижения горючести и пожароопасности современных тканых материалов и изделий на их основе в настоящее время связано в основном с поиском новых эффективных замедлителей горения, хорошо совмещающихся с ткаными материалами, не требующих их введения в больших количествах и мало влияющих на основные эксплуатационные свойства защищаемых объектов.

Разработка новых покрытий пониженной горючести сопровождается широким рекламированием, вследствие чего в литературе, особенно патентной, сосуществует множество терминов, нередко взаимозаменяемых и далеко не всегда дающих объективную характеристику описываемым материалам. По механизму отклика на воздействие в зоне горения покрытия делятся на две большие группы: трудновоспламеняемые (невспучивающиеся) и вспучивающиеся. Для первой группы, высокотемпературная деструкция сопровождается рядом химических превращений, которые способны ингибировать процесс горения без формирования дополнительного теплоизолирующего слоя, иногда называемого огнезадерживающим трудногорючим или трудносгораемым. Ко второй группе покрытий часто применяют термин пеногенные. Поэтому, для вспучивающихся покрытий, независимо от природы подложки, вполне приемлемо и обозначение огнезащитные. Точно так же огнезащитными иногда называют трудновоспламеняемые покрытия, если по отношению к ним защищаемая подложка более горюча. Предметом нашего исследования явились органические покрытия пониженной горючести, полученные на основе силоксановых каучуков выпускаемых как за границей, так и у нас в России с наполнителем – вспучивающим агентом.

В исследовании были использованы низкомолекулярные силоксановые каучуки. Полимеризация проходила методом поликонденсации и методом полиприсоединения [6,7]. В качестве вспучивающего агента был использован окислированный графит. Полученные образцы тканых материалов были исследованы по методикам предложенным:

на устойчивость к воспламенению по ГОСТ Р 50810-95;
стираемость по ГОСТ 8975-75;
водонепроницаемость по ГОСТ 22944-78;
водоупорность по ГОСТ 3816-81 изм. 2, 3;
жесткость по ГОСТ 8977-74;
кислородный индекс материалов определяли по ГОСТ 12.1.044-84;
определение прочности связи покрытия с основой проводили по
ГОСТ 17317-71. Массу 1м^2 определяли по ГОСТ 17073-71.

Данные полученные в результате эксперимента свидетельствуют о повышении устойчивости образцов к воздействию высоких температур. В зоне открытого пламени на тканом образце активно появляется нетлеющий остаток - «кокс», выход которого увеличивается с возрастанием величины сорбции пигмента в поверхностном слое органического покрытия.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации №123-ФЗ Технический регламент «О требованиях пожарной безопасности».
2. Тимофеева С.В., А.Е. Осипов, О.Г. Хелевина. Огнезащита текстильных материалов. Металлокомплексы порфиразинов – катализированных отверженных силоксановых покрытий. Пожаровзрывобезопасность. 2009. Т. 18. №5. С. 25-30.
3. Тимофеева С.В., А.С. Малясова, О.Г. Хелевина. Деструкция отвержденных силоксановых покрытий и капроновых тканей с отвержденным силоксановым покрытием под действием пламени. Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. №5. С. 10-13.
4. Тимофеева С.В., О.Г. Хелевина. Влияние тканевой основы на пожарную опасность материалов с силоксановым покрытием. 2011. Т. 20. №4. С. 14-16.
5. Тимофеева С.В., А.С. Малясова, О.Г. Хелевина. Материалы пониженной пожарной опасности с покрытием на основе жидких силоксановых каучуков, отвержденным методом полиприсоединения. Пожаровзрывобезопасность, Пожаровзрывобезопасность. 2011. – Т. 20., №9. С.22-25.
6. Долгов О.Н., Воронков М.Г., Гринблат М.П. Кремнийорганические жидкие каучуки и материалы на их основе. -Ленинград: Химия, 1975. -С. 24-31.
7. Жданов А.А., Гутцайт Э.Ю., Северный В.В., Андрианов К.А. Реакция полиприсоединения как метод отверждения кремнийорганических полимеров. В. кн. Кремнийорганические соединения.- М.: НИИТЭХИМ, 1967.- С. 147-152.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ КАУЧУКОВ ФИРМЫ DOW CORNING

Тимофеева С.В., к.х.н., доцент
Винокуров М.В.,
Ивановский институт ГПС МЧС России, г. Иваново

Анализ научных публикаций в области силоксановых каучуков свидетельствует, в последние годы активно возрос интерес к области покрытий, обладающих пониженной пожарной опасностью [1-5]. Действительно, материалы с отвержденным силоксановым покрытием на основе низкомолекулярных силоксановых каучуков СКТН приобретают особые свойства: пониженную воспламеняемость, достаточно высокие термозащитные свойства, хорошую водонепроницаемость.

Отверждение низкомолекулярных силоксановых каучуков осуществляется методами поликонденсации, полиприсоединения. При использовании низкомолекулярных силоксановых каучуков реакция между молекулами идет по винильным группам и Si-H связям [6].

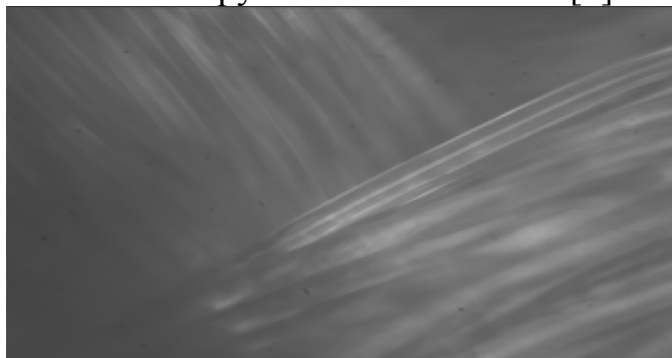


Рис.1. Тканая подложка без полимерного покрытия

Было установлено, катализаторами могут служить соли платины в сочетании с солями двухвалентного олова, ртути, висмута, меди, а также комплексные соединения металлов VIII группы. При этом на одну группу Si-CH=CH₂ приходится 0,75-1,25 связей Si-H, причем одна винильная группа приходится не менее чем на 100 атомов кремния. Существенным преимуществом метода полиприсоединения по сравнению с методом поликонденсации является отсутствие при отверждении побочных соединений [7], тогда как при поликонденсации полисилоксандиолов выделяются низкомолекулярные соединения (например: спирты). Установлено, в процессе отверждения данные побочные соединения частично капсулируются в вулканизированных силоксановых покрытиях (рис.2).

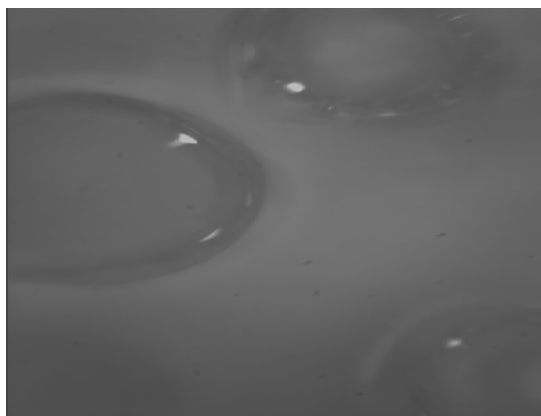


Рис.2. Тканая подложка с силиконовым каучуком американской фирмы Dow Corning марки 590

Установлено, выделяемые в ходе реакции побочные соединения могут способствовать ухудшению физико-механических свойств получаемых изделий, повышая их пожарную опасность. При взаимодействии полиорганосилоксанов, содержащих винильные группы у атома кремния, с полиорганосилоксанами, содержащими гидридные группировки Si-H, в присутствии гексахлорплатиноводородной кислоты (H_2PtCl_6) при температурах 100-150⁰C происходит образование углеродных мостиков между атомами кремния, в результате чего образуются сшитые полимеры, содержащие чередующиеся связи. Считаем, такое чередование связей придает полимерам ряд ценных и специфических свойств, которые в значительной степени определяются числом и характером поперечных сшивок между полимерными цепями.

В настоящей работе были получены и изучены свойства защитных материалов с покрытием на основе жидких силиконовых каучуков американской фирмы Dow Corning марок 590, 9151-200P, 9252/250P, отверждаемых методом полиприсоединения. Композиции на основе этих каучуков состоят из двух компонентов А и В. Компонент А – это жидкий силиконовый каучук, содержащий винильные группы $CH_2=CH-Si-R$ и катализатор-гексахлорплатиноводородную кислоту H_2PtCl_6 [7]. Компонент В – это жидкий силиконовый каучук, содержащий связи Si-H. В композиции вводили различные добавки: оксиды металлов (II). Данные, полученные в ходе эксперимента, позволяют сделать заключение, защитные материалы с покрытием на основе жидких силиконовых каучуков фирмы Dow Corning, отвержденных методом полиприсоединения, обладают лучшими физико-механическими свойствами, повышенной пожарной безопасностью, хорошей водостойкостью по сравнению с материалами, полученными без добавок.

Полученные защитные материалы испытывали на устойчивость к воспламенению по ГОСТ Р 50810-95, истираемость по ГОСТ 8975-75, водонепроницаемость по ГОСТ 22944-78, водоупорность по ГОСТ 3816-81 изм. 2, 3, жесткость по ГОСТ 8977-74. Кислородный индекс материалов определяли по ГОСТ 12.1.044-84, определение прочности связи покрытия с основой проводили по ГОСТ 17317-71. Массу 1м² определяли по ГОСТ 17073-71.

Использование метода полиприсоединения при нанесении покрытия на основе жидких силоксановых каучуков позволило осуществить реакцию полимеризации без выделения побочных соединений, в результате пожарная опасность тканой подложки с вулканизованным силоксановым покрытием значительно понизилась, а физико-механические свойства полученного материала улучшились.

Список литературы

1. Тимофеева С.В., Осипов А.Е., Хелевина О.Г. Материалы пониженной пожарной опасности на основе отвержденных жидких силоксановых каучуков.// Пожаровзрывобезопасность. -2009.- Т. 18, №5. -С. 25-30.
2. Тимофеева С.В., А.Е. Осипов, О.Г. Хелевина. Огнезащита текстильных материалов. Металлокомплексы порфиразинов – катализированных отверженных силоксановых покрытий. Пожаровзрывобезопасность. 2009. Т. 18. №5. С. 25-30.
3. Тимофеева С.В., А.С. Малясова, О.Г. Хелевина. Деструкция отвержденных силоксановых покрытий и капроновых тканей с отвержденным силоксановым покрытием под действием пламени. Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. №5. С. 10-13.
4. Тимофеева С.В, О.Г. Хелевина. Влияние тканевой основы на пожарную опасность материалов с силоксановым покрытием. 2011. Т. 20. №4. С. 14-16.
5. Тимофеева С.В., А.С. Малясова, О.Г. Хелевина. Материалы пониженной пожарной опасности с покрытием на основе жидких силоксановых каучуков, отвержденным методом полиприсоединения Пожаровзрывобезопасность, Пожаровзрывобезопасность. 2011. – Т. 20., №9. С.22-25.
6. Долгов О.Н., Воронков М.Г., Гринблат М.П. Кремнийорганические жидкие каучуки и материалы на их основе. -Ленинград: Химия, 1975. -С. 24-31.
7. J.W. Ruan, Speier J.L. The Addition of Silicon Hydrides to Olefinic Double Bonds. VIII. The Addition of Trichlorosilane –d. //J. Amer. Chem. Soc. -1964.- V. 86, №5. -P. 895-898.
8. Жданов А.А., Гутцайт Э.Ю., Северный В.В., Андрианов К.А. Реакция полиприсоединения как метод отверждения кремнийорганических полимеров. В. кн. Кремнийорганические соединения.- М.: НИИТЭХИМ, 1967.- С. 147-152.

ОПАСНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЗЕРВУАРОВ

Тимофеева С.В., доцент к.х.н., доцент, Иванов А.В.,
Ивановский институт ГПС МЧС России, г. Иваново

Одной из основных причин выхода из строя нефтегазового оборудования на объектах добычи, подготовки, транспорта, переработки и хранения нефти нефтепродуктов является коррозия. Коррозия резервуаров — процесс самопроизвольного разрушения металлов при их химическом, электрохимическом или биохимическом взаимодействии с окружающей средой [1]. Чаще всего для изготовления резервуаров используют конструкционные материалы типа Ст3 или 09Г2С. На рисунке 1 представлена конструкционная сталь типа Ст3 (микроструктура: темные зерна -перлит, светлые –феррит).



Рис. 1. Конструкционная сталь типа Ст3 (микроструктура: темные зерна -перлит, светлые –феррит) (увеличение x400)

Коррозия не только снижает срок службы резервуарного оборудования, но и непосредственно оказывает влияние на промышленную безопасность при его эксплуатации. Для исследования был выбран конструкционный материал резервуара РВСП – 20000 м³ НПС «Самара -1» АК «Транснефть», рисунок 2. Характеристики резервуара РВСП: диаметр – 45,6 м, высота – 12 м, площадь зеркала – 16030 м², максимальный взлив – 10,4 м, периметр окружности -143 м.



Рис.2 Внутренняя поверхность конструкционного материала используемого на РВСП – 20000 м³ НПС «Самара -1» до эксплуатации (увеличение x400)

Опыт эксплуатации стальных товарных и технологических резервуаров показал, что внутренняя поверхность, как правило, подвергается равномерной, язвенной, щелевой и ножевой (коррозия по границам зерен в зоне перегрева около сварного шва) коррозии рисунок 3.



Рис. Внутренняя поверхность конструкционного материала используемого на РВСП – 20000 м³ НПС «Самара -1» после эксплуатации (увеличение x400)

Анализ эксплуатации резервуара показал, что скорость равномерной коррозии резервуаров составляет от 0,04 до 1,1 мм/год. При язвенной коррозии возникают опасности связанные со сквозным поражением, приводящие к утечке продукта. Скорость язвенной коррозии при этом превышает равномерную в 3–6 раз и может достигать 8 мм/год.

Наиболее опасным элементом конструкции с точки зрения коррозии является днище резервуара – поскольку оно является наиболее тонкой ее частью, которая постоянно контактирует с подтоварной водой, насыщенной химически активными элементами, ускоряющими процесс коррозии.

Для замедления процесса коррозии предлагается использовать покрытия пониженной пожарной опасности на основе полисилоксанов, которое может выполнять функцию электростатически искробезопасной защиты внутренней поверхности конструкционного материала резервуара.

Список литературы

1.Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г.№123-ФЗ Технический регламент «О требованиях пожарной безопасности».

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ КЕТОНОВ РАЗНОГО СТРОЕНИЯ

Трегубов Д.Г., ст. преподаватель, к.т.н.,
Тарахно Е.В., начальник кафедры, к.т.н.,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков

Для воздушных горючих смесей есть минимальная температура, при которой происходит их самовольное воспламенение, для большинства веществ 200 - 500 °С. Использование горючих жидкостей, газов и пыли создает опасность в домашних условиях и на производстве. Поэтому температура самовоспламенения $t_{св}$ является одним из наиболее важных показателей пожаровзрывоопасности смесей горючих веществ с воздухом. Для расчета этого показателя нет простой комплексной методики. Так, используют формулы В.Т. Монахова [1]:

$$t_{сс} = 300 + 116\sqrt{5 - l_{ср}} \quad \text{за } l_{ср} < 5, \quad (1)$$

$$t_{сс} = 300 - 38\sqrt{l_{ср} - 5} \quad \text{за } l_{ср} > 5, \quad (2)$$

где $l_{ср}$ - условная средняя длина цепи молекулы, равная среднему арифметическому всех возможных длин l_i цепей молекулы.

Число условных цепей $n_{ц}$ молекулы, которые необходимо принять в расчет: $n_{ц} = 0,5 \cdot m(m - 1)$, где m - число концевых групп в молекуле: $-CH_3$, $=CH_2$, функциональных групп и циклов.

Если функциональная группа или цикл расположены в середине цепи, их считают и концевой, и промежуточной группой. Длину l_i цепочки молекулы рассчитывают, как сумму числа атомов углерода в цепочке m_{C_i} и эквивалентных длин функциональных групп и циклов l_3 . Если к молекуле присоединены несколько функциональных групп, длина каждой уменьшается в соответствующее количество раз. Эквивалентную длину неароматических циклов принимают по числу атомов углерода, уменьшенному на 0,5. При наличии функциональной группы в цикле ее эквивалентную длину добавляют к количеству атомов углерода в цикле. Эквивалентную длину группы $-CO-$ в кетонах определяют по количеству атомов углерода:

$$l_3 = 1,2 - 0,4m_c. \quad (3)$$

Данная методика имеет недостатки: плохо работает для расчета $t_{св}$ кетонов изомерного и циклического строения, громоздкость расчета средней длины молекулы, для некоторых соединений получена большая погрешность, особенно для кетонов изомерного строения (коэффициент корреляции 0,71). Поэтому необходимо провести поиск новых путей решения проблемы, например, с учетом действия эффектов

перераспределения электронной плотности в молекуле.

Погрешности стандартной методики объясняются особенностями энергетического строения первых представителей разных гомологических рядов, а также тем, что методика расчета средней длины молекулы кетона изомерного строения не точна и дает дополнительную погрешность.

Поскольку связь C=O находится посреди углеродной цепочки, мезомерный эффект перераспределения электронной плотности в молекуле распространяется в обе стороны до пятого атома углерода. Т.е. молекула получает повышенную способность к сопротивлению температурному влиянию вплоть до десяти атомов углерода в цепочке. Этот эффект оказывается более сильным чем индукционный эффект в углеродной цепочке молекулы изомерного строения. Поэтому температуростойкость такой молекулы определяется длиной наиболее длинной цепи молекулы.

Это подтверждается анализом справочных данных [2] для всех кетонов, как изомерного, так и нормального строения. Так, температура самовоспламенения резко снижается после десяти атомов углерода в молекуле и слабо зависит от ее изомерного или циклического строения. То есть, распространение мезомерного эффекта в обе стороны уменьшает ее эквивалентную длину в два раза меньше, чем количество атомов углерода.

Проведена аппроксимация фактической зависимости $t_{св}$ кетонов от эквивалентной длины молекулы следующей формулой:

$$t_{св} = 200 + 100 \cdot e^{\sqrt{\frac{2,2}{I_3}}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (4)$$

где I_3 – рассчитывают, как 0,5 количества атомов углерода в молекуле.

Для кетонов нормального строения получен коэффициент корреляции 0,97, для кетонов изомерного строения получен недостаточный коэффициент корреляции 0,9. Это объясняется тем, что одна формула не может точно аппроксимировать фактическую зависимость, которая пересекает границу завершения действия мезомерного и индукционного эффектов после пятого атома углерода в эквивалентной длине молекулы. Поэтому, как и в стандартной методике для молекул с эквивалентной длиной большей чем "5", предлагаем другую формулу:

$$t_{св} = 200 + \frac{100}{(2 \cdot I_{\text{екв}} - 9)^2} \cdot e^{\sqrt{\frac{2,2}{I_{\text{екв}}}}}, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (5)$$

Эта формула при эквивалентной длине молекулы "5" переходит в формулу (6) и дает такой же результат расчета.

Используя приведеную методику расчета эквивалентной длины молекулы проведены также расчеты формул (1) и (2). Лучшей коэффициент корреляции получен без учета углерода кетонной группы:

$$I_e = (m_c - 1)/2. \quad (6)$$

При этом получен коэффициент корреляции 0,91 для кетонов нормального строения и 0,96 для кетонов изомерного строения.

Для молекул кетонов изомерного строения, в которых атомов углерода больше десяти, точность расчета $t_{св}$ снижается (например для гептилметилкетона). Это объясняется тем, что заканчивается действие мезомерного эффекта и $t_{св}$ должно снижаться, но недостаточность мезомерного эффекта увеличивает влияние изомерного строения молекулы, что должно повышать $t_{св}$.

Таким образом, предлагается метод расчета $t_{св}$ кетонов разного строения, более простой чем стандартный и с более высоким коэффициентом корреляции (0,976 вместо 0,73). Также разработанная методика расчета эквивалентной длины молекулы кетонов разного строения повышает точность расчета по стандартному методу Монахова.

Список литературы

1. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. М.: Химия, 1979. – 424 с.
2. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2-х книгах / [Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н и др.]; под ред. Баратова А.Н. - М. : Химия, - 1990. - 272 с.

К ВОПРОСУ ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ГНЕЗДОВОМ САМОНАГРЕВАНИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Тригуб В.В., к.т.н., доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Самонагревание растительного сырья было причиной многих пожаров и взрывов на предприятиях его переработки и хранения. Для предотвращения чрезвычайных ситуаций, а также обеспечения надлежащих условий хранения продукта, обычно контролируют его температуру. В массивах больших объемов это осуществляют с помощью технических систем термоконтроля. Однако, данные, поступающие от них, лишь фиксируют температуру на момент измерений в местах установки датчиков и не дают информации о том, как будет развиваться температурный режим в последующие моменты времени.

Для прогнозирования динамики температуры сырья приходится разрабатывать соответствующие теоретические модели. К основным достижениям проведенных исследований [1] относится то, что в них, с помощью экспериментов, подтверждена возможность использования классических уравнений теплопроводности для описания распространения тепла в дисперсных средах, которыми являются массивы растительного сырья.

Согласно построенным решениям прямых задач теплопроводности, для расчета развития температуры во времени приходилось брать

параметры внутренних очагов самонагревания. Однако, их, как правило, нет в распоряжении расчетчика, поскольку системы термоконтроля дают лишь значения температуры сырья в точках измерений. В связи с этой нестыковкой, становится актуальным решение обратной задачи нестационарной теплопроводности, которая заключается в отыскании (идентификации) неизвестных параметров очагов по результатам измерений температуры сырья в отдельные моменты времени. К неизвестным параметрам обычно относятся: место расположения центра очага в массиве, его форма, размеры, удельная и суммарная мощности тепловыделения, время возникновения в насыпи и пр. С целью упрощения постановки обратной задачи, часто приходится априорно задавать некоторые из параметров очага, например его форму и место дислокации, время возникновения и т.д., а остальные находить путем идентификации. Таким образом, решение обратной задачи теплопроводности играет важную роль в деле прогнозирования динамики температурного режима самонагревания сырья [2]. Оно выступает своеобразным связующим звеном между системой измерения температуры и расчетной моделью для прогнозирования ее развития. В итоге прогнозирование пожароопасного температурного режима сводится к последовательному выполнению трех операций: 1) измерению температуры сырья средствами технического контроля; 2) решению обратной задачи теплопроводности с целью определения параметров внутреннего термоисточника по данным измерениям температуры; 3) прогнозирование динамики температурного режима на основе решения прямой задачи нестационарной теплопроводности и результатов проведенной идентификации.

Следует подчеркнуть, что идентификация параметров очагов важна не только с позиции прогноза нарастания температуры во времени. Она полезна и в плане ликвидации очагов, как источников чрезвычайных ситуаций. Ведь информация о месте дислокации термоисточника, его размерах и мощности тепловыделения позволяет провести расчет необходимого количества средств охлаждения и флегматизации, а также более эффективно применить их для подавления очага самонагревания.

Список литературы

1. Сергунов В.С. Дистанционный контроль температуры зерна при хранении. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1987. – 173 с.
2. Ларин А.Н., Ольшанский В.П., Тригуб В.В. Задачи нестационарной теплопроводности при самонагревании сырья гнездовыми очагами. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 160 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ МИКРОКЛИМАТА НА ОСНОВЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ КОМПОЗИТОВ

Фанина Е.А., к.т.н., доцент
Белгородский государственный технологический университет им.
В. Г. Шухова, г. Белгород

Ущерб от пожаров и несчастных случаев очень высок во всех регионах мира, поэтому снижение числа пожаров и несчастных случаев, снижение уровня их последствий является важной задачей для всех сообществ.

Для выбора эффективного метода борьбы с пожарами, чтобы начать предупреждающую работу, необходимо идентифицировать риски. Статистика Center of Fire Statistics of CTIF (КТИФ) является одним из важнейших инструментов в таких работах. За 11 лет Центр пожарной статистики КТИФ создал надежную мировую пожарную статистику. Банк данных располагает информацией о 85 странах и более чем 100 крупнейших городах мира. В табл. 1 представлены обобщенные данные об обстановке с пожарами в странах мира за 1993-2004 годы.

Таблица 1

Обобщенные данные об обстановке с пожарами в странах мира за 1993-2004 гг.

Год	Число стран	Суммарное население, тыс. чел.	Число погибших	Среднее число на 1000 чел.		Среднее число погибших	
				выездов	пожаров	на 100000 чел.	на 100 пожаров
1993	39	2418600	30174	9,7	1,6	1,2	0,8
1994	27	1067600	29585	23,0	3,7	2,8	0,7
1995	40	1125500	31389	22,0	3,8	2,8	0,7
1996	40	843860	27974	28,7	4,4	3,3	0,8
1997	43	775453	28662	31,5	4,1	3,7	0,9
1998	42	820395	24838	32,4	3,8	3,4	0,9
1999	48	903746	25726	29,3	3,6	2,8	0,8
2000	52	991268	28562	38,3	3,7	3,1	0,9
2001	41	2357192	37214	3,7	1,4	1,6	1,1
2002	31	2292355	35592	4,5	1,6	1,6	0,9
2003	31	1048133	32892	31,8	3,6	3,1	0,9
2004	33	1044183	30170	29,8	3,2	2,9	0,9

Таким образом, происходит увеличение числа погибших людей в результате пожаров в динамике с 1993 по 2004 годы. Хотя информация о пожарах за более поздние годы находится в стадии накопления и отчеты еще не сформированы, существует информация об увеличении числа пожаров и жертв во многих странах мира.

Ниже представлены данные о распределении пожаров по местам возникновения в различных странах мира и числу погибших, табл. 2.

**Распределение стран по числу пожаров в зданиях и на транспорте
и по числу погибших при этих пожарах в 2004 г.**

Страна	Население, тыс. чел.	Число пожаров в зданиях и на транспорте	Доля от общего числа пожаров, %	Число погибших при этих пожарах	Число пожаров в зданиях и на транспорте на 1.000 чел.	Число погибших в таких пожарах на 100.000 чел.	Число погибших на 100 пожаров
США	293655	823000	53.1	3855	2,8	1,3	0.5
Россия	144000	218211	94.3	18099	1,5	12.6	8,3
Франция	61000	176483	52,8	475	2,9	0,8	0,3
Польша	38175	32338	20.0	462	0,8	1,2	1,4
Украина	47517	40040	83.9	3595	0,8	7,6	9,0
Узбекистан	25000	8340	55,5	166	0,3	0,7	2,0
Швеция	9011	14965	60,8	62	1,7	0,7	0,4
Норвегия	4577	6657	55,8	52	1,5	1,1	0,8
Финляндия	5220	6274	53,6	98	1,2	1,9	1,6
Латвия	2319	5109	51.6	185	2,2	8.0	3,6
Эстония	1347	4612	38.4	121	3,4	9,0	2,6
Литва	3500	4944	30.4	221	1,4	6,3	4,5
Словения	2002	2676	42.1	16	1.3	0.8	0.6
Хорватия	4437	3341	53.9	34	0.8	0.8	1.0
Греция	10940	10213	34,7	35	0.9	0.3	0.3
Коста-Рика	4000	1599	18.4	-	0.4	-	-
Великобритания	60000	170100	38.4	506	2,8	0.8	0.3
Болгария	7761	3253	13.7	100	0,4	1,3	3,1
Венгрия	10117	10384	48,4	149	1,0	1,5	1,4

Как видно из табл. 2 Россия стоит на первом месте по числу погибших при пожарах в зданиях и на транспорте, причем 85 % из 94, 3 % составляют пожары в зданиях, [1]. Одной из распространенных причин пожаров – нарушение правил при эксплуатации электрооборудования, электробытовых приборов и электросетей. Особенно это актуально для России, где неблагоприятные климатические условия значительно влияют на износ жилых и производственных помещений, эксплуатацию дополнительного отопительного оборудования обогрева жилых помещений в зимнее время, что приводит к увеличению нагрузок на электросети и, как следствие, увеличению риска возникновения пожаров.

Как известно, существует два метода противодействия пожару:

- уменьшение вероятности возникновения пожара;
- защита и спасение людей от огня.

Уделяя внимание первому методу, необходимо отметить инновационные технологические решения, направленные на создание безопасных энергосберегающих инфракрасных отопительных систем, позволяющих достигнуть пожарной безопасности в жилых и

производственных помещениях [2]. Нами создана специальная система обогрева жилых и производственных помещений, снижающая риск возникновения пожара в несколько раз. Особенность этой системы - низкая температура применяемых обогревателей – 37°C , положительный температурный коэффициент электрического сопротивления рабочей поверхности обогревателя, использование безопасных напряжений – до 12-24 В и низких плотностей электрического тока. Применяя указанные системы микроклимата из электропроводящих композиционных материалов, мы смогли снизить количество потребляемой энергии, идущей на отопление, в 1,2-1,5 раза. В зависимости от температуры окружающей среды мощность таких систем составляет 1-5 кВт. Применение комплексных добавок позволяет автоматически регулировать мощность тепловых потоков, что снизит нагрузку на электросети, обеспечит пожарную безопасность, а также благоприятно отразится на параметрах микроклимата в жилых и производственных помещениях, [3, 4].

Список литературы

1. Feuerwehrstatistik. Report № 11 / N.N. Brushlinsky, J.R. Hall , S.V. Sokolov, P. Wagner. – М.: Moscow Academy of State Fire Service, 2006. – 72 p.
2. Фанина Е.А. Электропроводящие конструкционные материалы строительного назначения / Е.А. Фанина, А.Н. Лопанов // Вестник МГСУ. - №4. – 2009. – С.258-262.
3. Фанина, Е.А. Экологические и технологические аспекты создания новых систем микроклимата для жилых и производственных помещений / Е.А. Фанина, И.В. Прушковский // Экология – образование, наука, промышленность и здоровье: сборник докладов IV Международной научно-практической конференции, Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. Ч.1.- С. 196-198.
4. Пат. № 2277733 Российская Федерация, МПК H01B 1/00, H01B 1/24. Суспензия для получения токопроводящего покрытия / Гридчин А.М, Лесовик В.С и др. Заявитель и патентообладатель Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова – № 2004137589; заявлено 22.12.04; опубл. 10.06.06; Бюл. № 16. – 2006. – № 16. – 3 с.

ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПОД ПОТОЛКОМ ПРИ ТЛЕНИИ И ПЛАМЕННОМ ГОРЕНИИ БУМАГИ

Антошин А.А., к.ф.-м.н., доцент,

Зуйков И.Е., д.ф.-м.н., профессор,

Олефир Г.И., доцент, к.ф.-м.н., доцент,

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В настоящее время бумага и бумажная продукция широко используется в самых различных целях. Это может быть документация разного назначения, используемые в технологическом процессе материалы на основе бумаги, упаковочный материал для комплектующих изделий, и для готовой продукции. Известно, что характеристики среды под потолком в случае горения бумаги отличаются от характеристики среды, образующейся при горении других материалов. Авторы [1] приводят результаты исследования при горении обрывков газетной бумаги, обычного бензина, полистирола и дерева. Из приведенных в работе результатов видно, что при горении бумаги в отличие от других тестовых пожаров «затемнение» резко возрастает, но через несколько секунд так же резко уменьшается. При дальнейшем горении бумаги пропускание среды под потолком остается достаточно большим, «затемнение» составляет примерно 4% на фут. Горение других, исследованных в этой работе материалов, приводит к медленному нарастанию «затемнения» на протяжении примерно 3 минут, и достигает значения 12% на фут.

Если при разработке алгоритма обнаружения пожара не учитывать описанные особенности изменения характеристик среды при горении бумаги, то обнаружение горения бумаги, особенно пламенного горения, может произойти с большой задержкой. Такая задержка будет иметь место у большинства современных систем пожарной сигнализации, если принять во внимание, что наиболее распространенные алгоритмы работы дымовых пожарных извещателей предполагают принятие решения о пожаре по результатам нескольких измерений и только при повторении результатов измерений формируется сигнал «пожар». В литературе отсутствует информация об особенностях горения различной бумажной продукции, например, упаковочного картона, писчей бумаги и т.д., нет информации о характере изменения свойств среды под потолком и при других типах пожара, например при тлении бумажной продукции.

В настоящей работе исследовано пламенное и тлеющее горение бумаги и упаковочного картона. Исследования проводились на установке моделирующей пожары в условиях приближенных к реальному пожару в помещении. Пламенное горение бумаги исследовалось при поджоге 20

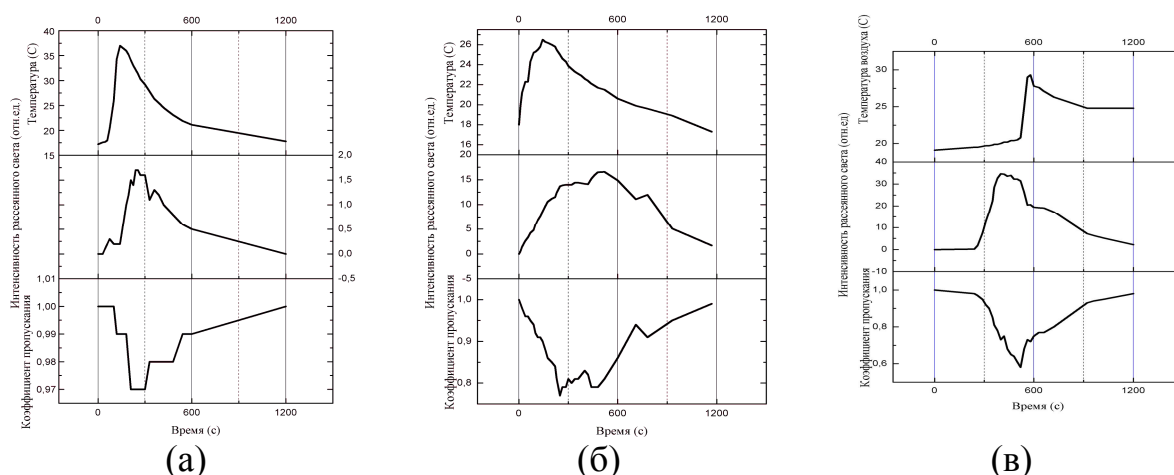
листов писчей бумаги формата А4 плотностью 80 г/м^2 , расположенной на горизонтальной поверхности веером. Бумага, сложенная в стопку, не поддерживала самостоятельного горения. Кроме того исследовалось пламенное горение 20 листов мятой бумаги того же качества. Пламенное горение упаковочного картона изучалось при горении 3 кусков картона размером $280 \times 400 \text{ мм}$ общей массой 325 г . расположенного под углом 7° по отношению к горизонтали. Тление бумаги изучалось при размещении десяти листов писчей бумаги на поверхности холодной электроплиты мощностью 2 кВт . После включения поверхность электроплиты нагревалась до температуры 600°C за десять минут. Под потолком помещения $2300 \times 2300 \text{ мм}$ и высотой 2400 мм , на расстоянии четыре метра от оси пожара в специально разработанном измерительном канале сечением $600 \times 380 \text{ мм}$, определялся коэффициент пропускания среды, и выполнялось измерение интенсивности рассеянного вперед, на углы от двух до двенадцати градусов, оптического излучения. Температура в начале эксперимента составляла 18°C . Скорость воздушного потока в канале не превышала $0,2 \text{ м/с}$.

При пламенном горении упаковочного картона через 180 секунд горения коэффициент пропускания достигал минимального значения ($0,67$), что соответствует удельной оптической плотности $2,5 \text{ дБ/м}$, при этом интенсивность рассеянного света была максимальна.

Результаты исследования горения писчей бумаги приведены на рисунке 1. Из представленных зависимостей видно, что динамика изменения характеристик среды под потолком существенно зависит от качества бумажной продукции и типа горения. Так горение мятой бумаги вызывает на порядок меньшее изменение коэффициента пропускания и интенсивности рассеянного излучения, чем горение того же количества гладкой бумаги. Изменения этих величин максимальны через 240 с (мятая бумага) и через 480 с (гладкая бумага). При этом температура достигает максимального значения 37°C (рисунок 1а) и $26,5^\circ\text{C}$ (рисунок 1б) за время примерно 140 с после начала горения. Таким образом, наибольшие изменения оптических характеристик среды под потолком происходят после затухания бумаги, когда температура в помещении начинает снижаться. Удельная оптическая плотность не превышала $0,2 \text{ дБ/м}$ (мятая бумага) и $1,89 \text{ дБ/м}$ (гладкая бумага).

При тлении в два раза меньшего количества бумаги, а значит и меньшей концентрации дыма, удельная оптическая плотность достигала значения 4 дБ/м через 520 с . В первые 260 с , пока температура бумаги не достигла значения температуры тления, происходит медленное изменение оптических характеристик среды под потолком, удельная оптическая плотность при этом достигает значения $0,2 \text{ дБ/м}$. Достигнув температуры тления за последующие 260 с удельная оптическая плотность увеличивается до 4 дБ/м . Одновременно быстро нарастает интенсивность рассеянного излучения. После самовоспламенения бумаги начинается быстрый рост

температуры и одновременно уменьшается удельная оптическая плотность и интенсивность рассеянного излучения.



а –горение мятой бумаги, б - горение гладкой бумаги, в – тление бумаги

Рисунок 1 – Зависимости от времени коэффициента пропускания среды, интенсивности рассеянного излучения и температуры под потолком помещения при пламенном и тлеющем горении писчей бумаги

Полученные результаты указывают на то, что пламенное горение бумажной продукции, являющееся одним из наиболее опасных, быстро развивающихся пожаров, не сопровождается в начале горения (вплоть до прекращения пламенного горения) существенным изменением оптических характеристик среды под потолком помещения. Изменению оптических характеристик предшествует заметное изменение температуры. Таким образом, широко используемые в настоящее время дымовые пожарные извещатели, работающие как на принципе регистрации изменения коэффициента пропускания среды, так и на регистрации рассеянного излучения, для обнаружения с их помощью пожара на этапе пламенного горения потребуют регистрации малых сигналов. Для улучшения эффективности обнаружения таких пожаров необходимы извещатели регистрирующие изменение температуры, например комбинированные пожарные извещатели с алгоритмом работы, учитывающим обнаруженные закономерности.

Список литературы

1. Bukowski R.W., Moore W.D. Fire Alarm Signaling Systems.–National Fire Protection Association, 2003.–450p.

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАВОДНЕНИЙ

Андронников В.В., к.г.н., доцент, Савченко П.Д., преподаватель
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Среди стихийных бедствий в России по повторяемости, площади распространения и материальному ущербу наводнения стоят на первом месте.

Под наводнением понимают значительное затопление местности в результате выпадения сильных осадков, подъема уровня воды в реке, вызываемое различными причинами. Существует классификация наводнений по признаку причин. Это – половодья, обусловленные весенним таянием снега и льда, запорные наводнения, селевые, нагонные, завальные и т. д. Но мы рассмотрим паводковые и ливневые – как наиболее опасные. Подъем уровня при таких наводнениях может быть от нескольких метров до 10-20 метров [1]. К тому же, они менее предсказуемы, чем, например: запорные или завальные наводнения, половодья. К регионам подверженным данному виду наводнения относятся: реки Кавказского региона, Нижнего Дона, Дальнего Востока, Средней Азии [2].

Предлагается следующая методика расчета зоны чрезвычайной ситуации при наводнениях:

1) максимальный расход воды при обильных осадках (Q_{max}), м³/с:

$$Q_{max} = (IF / 3,6) + Q_0, \quad (1)$$

где I – интенсивность осадков, мм/ч; F – площадь выпадения осадков, км²; Q_0 – расход воды в реке в обычных условиях, м³/с.

2) максимальная скорость потока, высота подъема реки при наводнении:

$$V_{max} = Q_{max} / S, \quad (2)$$

$$h = [(2Q_{max} h_0^{2/3}) / b_0 V_0]^{3/8} - h_0, \quad (3)$$

где S – поперечное сечение реки, м²; h_0 , b_0 , V_0 – глубина, ширина и скорость потока до паводка (м, м/с).

3) ширина затопляемой территории при наводнении (L):

$$L = \frac{h}{\sin \alpha}, \quad (4)$$

где α – угол наклона береговой черты, град.

4) глубина затопления (h_3):

$$h_3 = h - h_m, \quad (5)$$

где h_m – высота места объекта, м.

5) фактическая скорость затопления (V_3) равна:

$$V_3 = V_{\max} \cdot f, \quad (6)$$

где f – параметр, учитывающий смещение объекта от русла реки (0,3 – 1,3). Поражающее действие волны затопления определяется её скоростью (V_3) и высотой (h_3). Например, кирпичные жилые дома получают слабые разрушения при $V_3=1,5$ м/с и $h_3=2,5$ м, средние (2,5 м/с, 4 м), сильные (3 м/с, 6 м).

Приведенная выше методика оценки интенсивности паводковых наводнений, обусловленных осадками, в настоящее время рекомендована МЧС для практического использования. Основными входными информационными параметрами для этой методики являются интенсивность осадков (I), площадь осадков (S) и продолжительность (T). Эта информация может быть получена от гидрологических постов наблюдения. Однако редкость этих постов, а также то, что интенсивность осадков оценивается дифференциально, то есть в месте расположения поста, приводит к тому, что погрешность информации получаемой от наземных гидрологических постов будет значительной. В связи с этим предлагается метод, при котором информация поступает от сети радиолокационных станций (РЛС). Эти сведения позволяют определять интенсивность, площадь и продолжительность осадков непрерывно во времени и пространстве (в любое время суток). Это обеспечит наиболее полную информацию о количестве осадков, от которых зависит интенсивность наводнения и его последствия. Можно использовать радиолокационные станции различных типов и ведомств.

На основе данных наблюдений ГГО имени Воейкова была разработана методика определения интенсивности осадков. Эта методика использует для оценки интенсивности осадков данные измерения высоты верхней границы облаков. Так, интенсивность осадков в зависимости от высоты конвективных облаков можно определить по графику (рисунок 1), а площадь выпадения осадков – по графику на рисунке 2 [3].

К числу превентивных мер борьбы с наводнениями следует отнести создание противопаводочной службы прогноза, которая на основе гидро-

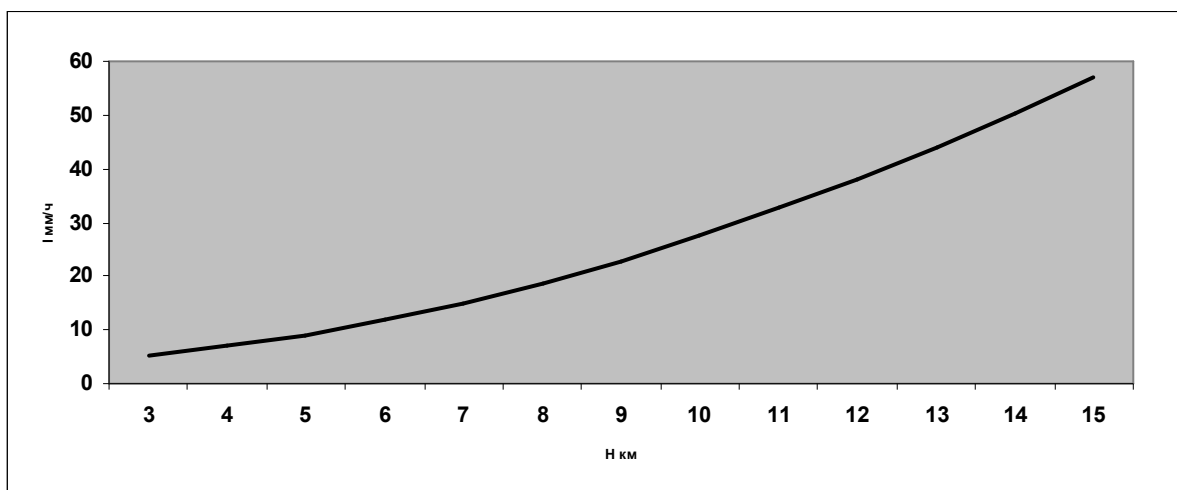


Рисунок1 – График зависимости интенсивности осадков от высоты конвективных облаков

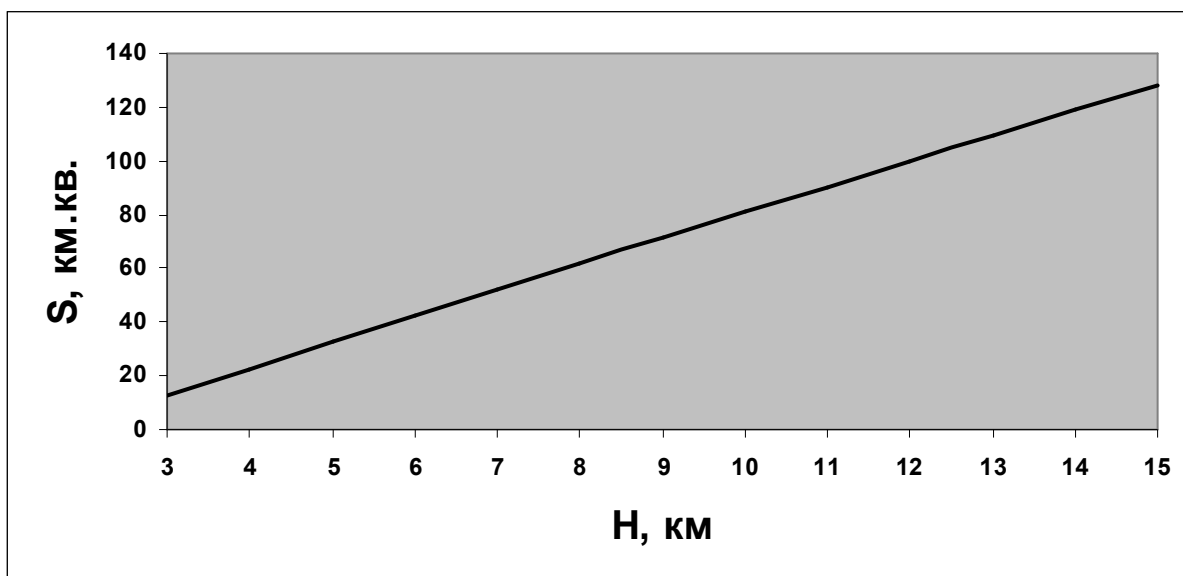


Рисунок2 – График зависимости площади выпадения осадков от высоты конвективных облаков

метеорологических данных будет заниматься составлением прогнозов возникновения наводнений или их дальнейшего развития.

Список литературы

1. Мазур И.И., Иванов О.П. Опасные природные процессы. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. 702 с.
2. Сычев В.И., Борисов А.В., Саулин К.А. Стихийные явления в гидросфере. – Новогорск, 2000. 316 с.
3. Шахраманьян М.А., Акимов В.А., Козлов П.А. Оценка природной и техногенной безопасности России. – М.: 1998. 268 с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И ПРОВЕДЕНИЮ МЕРОПРИЯТИЙ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

Близнюк М.С., Додонов Р.И., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Вопросы функционирования и совершенствования ГО всегда были и будут актуальны, поскольку они напрямую связаны с обеспечением национальных интересов и территориальной целостности Российской Федерации.

В условиях современной геополитической обстановки, складывающейся на границах Российской Федерации и отличающейся противоречивыми тенденциями, сложным характером и высокой динамикой изменений, одним из направлений совершенствования процесса планирования мероприятий по ГО является создание единой информационно-коммуникационной среды с возможностью передачи информации в реальном масштабе времени, с интегрированной системой программно-аппаратных комплексов для решения задач ГО на различных уровнях (федеральном, межрегиональном и региональном).

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) осуществляет активную деятельность в области развития новых практических подходов к решению задач ГО.

В настоящее время ведется разработка автоматизированных программно-технических комплексов по планированию и проведению мероприятий по ГО (далее — АПТК).

Проведение исследований в рамках данной работы направлено на создание эффективного механизма планирования и выполнения мероприятий по ГО в звене главное управление МЧС России по субъекту Российской Федерации — региональный центр МЧС России — МЧС России.

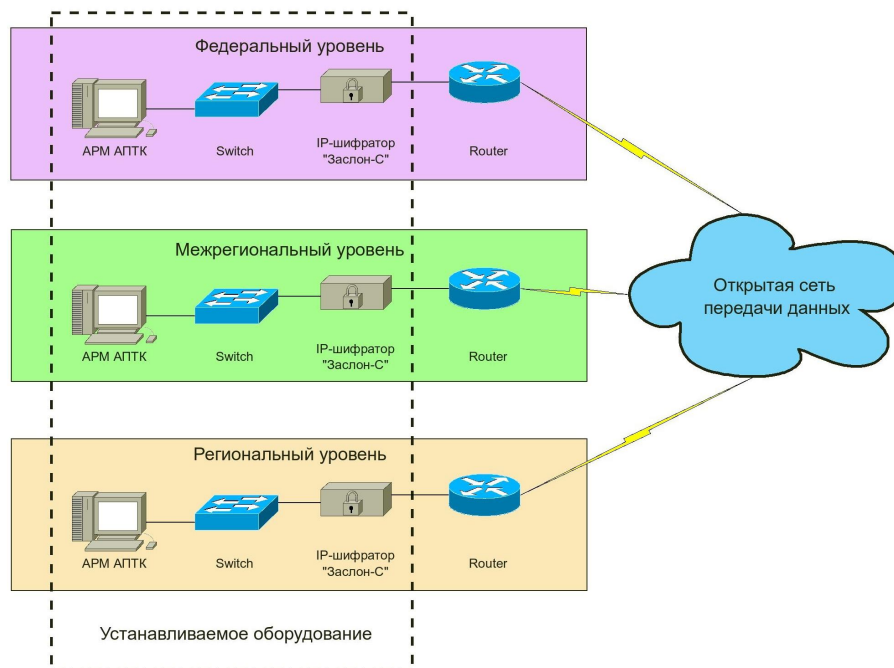


Рис. 1 Схема развертывания аппаратных средств в пилотных зонах АПТК

В составе программного обеспечения АПТК предусмотрены следующие функциональные программные подсистемы: «Учет», «Аналитик», «Справка», «Модель», «План», «Карта» (рисунок 1).

1. Функциональная программная подсистема «Учет» обеспечивает автоматизированное создание и ведение следующего перечня реестров информации:

«Нормативные правовые акты и методические документы по вопросам ГО и защиты населения и территорий»;

«Территории, отнесенные к группам по ГО»;

«Объекты, отнесенные к категориям по ГО»;

«Объекты, продолжающие работу, переносящие деятельность, прекращающие деятельность в условиях военного времени»;

«Технические средства системы централизованного оповещения ГО, ЛСО, ОКСИОН»;

«Учебно-методические центры субъектов РФ, курсы ГО муниципальных образований, ВУЗы»;

«Защитные сооружения ГО»;

«Пункты хранения и выдачи СИЗ»;

«Территории (объекты) эвакуации»;

«Места хранения запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств для первоочередного обеспечения населения»;

«Пункты временного размещения, пункты (места) размещения населения в загородной зоне»;

«Пункты специальной обработки, станции обработки транспорта, санитарные обмывочные пункты, станции обеззараживания одежды, пункты хранения запасов дезактивирующих, дегазирующих и дезинфицирующих веществ и растворов»;

«Учреждения, силы и средства СНЛК, зоны обслуживания»;

«Системы мониторинга ПОО, объектов, отнесённых к группам по ГО»;

«Силы и средства ГО»;

«Территории (объекты), подлежащие световой и другим видам маскировки»;

«Места возможных захоронений трупов».

2. Функциональная программная подсистема «Аналитик» будет обеспечивать автоматизированное выполнение следующих функциональных задач:

определение на основе критериев (показателей), определенных в нормативных правовых документах, правильности отнесения территорий (объектов) к группам (категориям) по ГО;

определение на основе критериев (показателей), определенных в нормативных правовых документах и моделирования процесса эвакуации, необходимого количества и состава транспортных средств и времени для проведения эвакуации;

выбор и обоснование введения на основе критериев (показателей), определённых в нормативных правовых документах, режимов радиационной защиты на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению;

определение на основе критериев (показателей), определённых в нормативных правовых документах, требуемых зон покрытия системами оповещения территорий (объектов).

3. Функциональная программная подсистема «Справка» предназначена для ведения следующего перечня реестров информации:

реестр «Средства индивидуальной защиты»;

реестр «Приборы радиационной и химической разведки»;

реестр «Приборы дозиметрического контроля»;

реестр «Средства маскировки»;

реестр «Дезактивирующие вещества и растворы»;

реестр «Дегазирующие вещества и растворы»;

реестр «Дезинфицирующие вещества и растворы».

4. Функциональная программная подсистема «Модель» будет обеспечивать автоматизированное выполнение следующих функциональных задач (рисунок 2):

прогнозирование и оценка обстановки при применении противником современных средств поражения (при ведении военных действий);

прогнозирование и оценка обстановки при возникновении ЧС вследствие ведения военных действий, в том числе:

при возникновении источника ЧС на химически опасном объекте;

при возникновении источника ЧС на радиационно опасном объекте;

при возникновении источника ЧС на биологически опасном объекте;
 при возникновении источника ЧС на пожаро (взрыво) опасном объекте;
 при возникновении источника ЧС на гидротехническом сооружении;
 прогнозирование и оценка обстановки при совершении террористических актов.

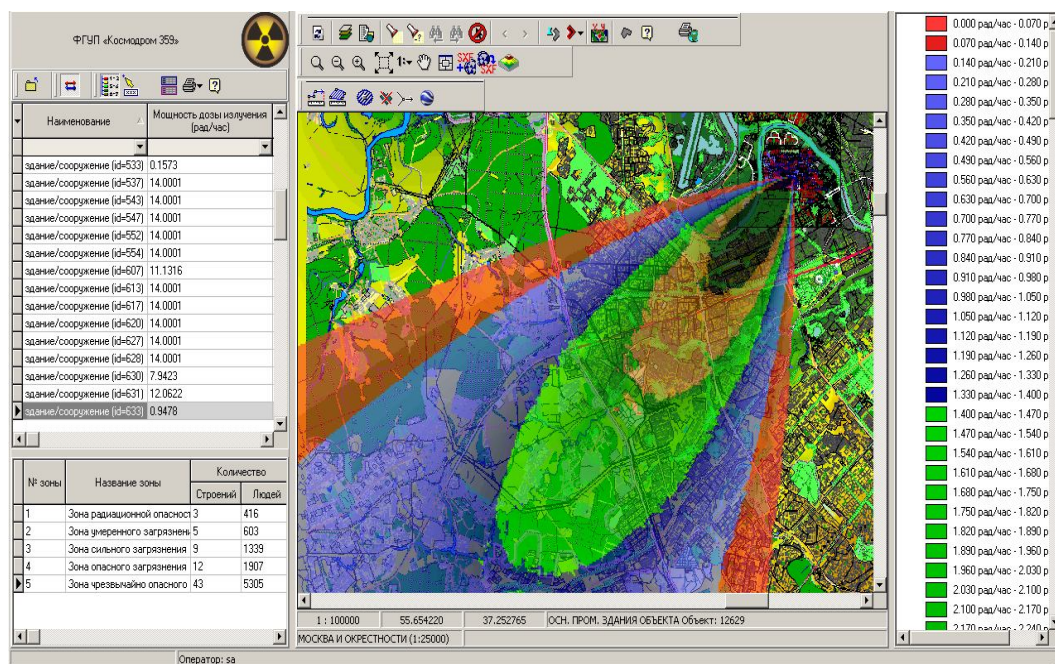


Рис. 2 Моделирование ЧС.

Визуализация и анализ результатов моделирования.

5. Функциональная программная подсистема «План» предназначена для автоматизированного выполнения следующих функциональных задач:

- создание и ведение планов ГО и защиты населения (планов ГО) федерального, межрегионального и регионального уровней;
- создание и ведение планов наращивания инженерной защиты населения федерального, межрегионального и регионального уровней;
- создание и ведение планов распределения и выдачи населению СИЗ;
- создание и ведение планов эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы федерального, межрегионального и регионального уровней;
- создание и ведение планов комплексной маскировки территорий федерального, межрегионального и регионального уровней.

6. Функциональная программная подсистема «Карта» предполагает выполнение следующих задач:

- отображение на цифровых топографических картах (планах) тематической территориально-привязанной информации функциональных программных подсистем, входящих в состав АПТК;
- создание и ведение отчетных картографических документов функциональных программных подсистем, входящих в состав АПТК.

Это далеко не все планируемые функции АПТК. Так, в рамках разработки планов ГО и защиты населения (планов ГО) федерального, межрегионального и регионального уровней планируется внедрение расчетных модулей по:

оценке возможной обстановки после нападения противника с применением оружия массового поражения;

точечному ранжированию объектов экономики и инфраструктуры на территории субъекта (региона) по обобщенным показателям важности;

расчету объемов АСДНР, а также сил и средств для выполнения АСДНР и др.

В качестве основы АПТК мы рассматриваем географическую информационную систему, которая позволит объединить на единой картографической основе весь перечень информационных, расчетных и аналитических задач, необходимых для принятия решения.

В качестве базового программного обеспечения для создания автоматизированного программно-технического комплекса используется продукт КБ «Панорама» ГИС Карта 2011, которая содержит средства редактирования возможной обстановки, разнообразные классификаторы и библиотеки условных знаков, принятые в Российской Федерации. Для создания электронных карт обстановки о чрезвычайных ситуациях поддерживается классификатор, созданный в соответствии с требованиями ГОСТ Р 22.0.10-96.

Разработку АПТК планируется закончить в 2013 г. В том числе, планируется проведение опытной эксплуатации АПТК федерального (на ЗПУ МЧС России), межрегионального (в Северо-Западном региональном центре МЧС России) и регионального (в Главном управлении МЧС России по г. Санкт-Петербургу) уровней с последующей доработкой АПТК по результатам эксплуатации.

Разрабатываемый автоматизированный программно-технический комплекс по планированию и проведению мероприятий по ГО в той или иной степени будет охватывать большинство задач ГО (в части ведения исходных данных, выполнения расчетных функций, разработки планирующих документов и т.д.), что значительно облегчит работу органам, осуществляющим управление гражданской обороной на всех уровнях, а также, что немаловажно, повысит эффективность контроля за организацией и планированием мероприятий по ГО, и оценки состояния ГО на всех уровнях.

Список литературы

1. Отчетные материалы по НИР «Разработка и выполнение комплекса организационных и технических мероприятий, обеспечивающих планирование и проведение мероприятий гражданской обороны на территории Российской Федерации» (НИР «Оборона»).

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К МОБИЛЬНЫМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСАМ ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА ЛИКВИДАЦИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

**Бондаренко С.Н., к.т.н., доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков**

Анализ технических характеристик и функциональных возможностей, существующих робото-технических комплексов (РТК) [1-2], которые применяются для ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) различного характера, показал, что большинство реализованных на сегодняшний день комплексов являются мобильными роботами, которые ориентированы на работы связанные с ликвидацией аварий на радиационно-опасных объектах и на решение задач по разминированию территорий.

Основным способом управления рассмотренных РТК есть комбинация дистанционного автоматизированного управления со стороны человека-оператора и местного автоматического управления. Перемещение к месту работы обеспечивается специальными транспортными средствами или собственной системой передвижения. Энергопитание роботов - автономное, кабельное или комбинированное. По характеру выполняемых операций все РТК делятся на две группы - инспекционные и технологические.

Инспекционные комплексы обеспечены средствами видеонаблюдения, измерительной аппаратурой и манипуляторами, которые предназначены для расчистки проходов, взятие проб, поиска и взятие отдельных объектов, выполнение разных операций с органами управления технологического оборудования.

Технологические РТК предназначенные для выполнения разных технологических операций обычно с помощью сменных рабочих органов, включая установленные на шасси бульдозерные отвалы, грейферы, сварочные аппараты, металлорежущий инструмент.

Анализ конструкции рассмотренных модификаций РТК, позволяет сделать вывод о том, что базовая модель мобильного робота должна иметь такие элементы и системы: мобильное шасси и систему управления его движением, систему энергообеспечения комплекса, манипулятор и систему управления его положением, командно-телеметрическую систему, систему управления технологическими устройствами, телевизионную обзорно-измерительную систему технического зрения.

При решении задач по разработке РТК, ориентированных на работу в экстремальных условиях, необходимо учитывать наличие двух особенностей: сложность внешних условий, которые чаще всего находятся на границе возможностей современной техники и сложность, многообразие, нечеткость подлежащему выполнению функций, которые приводят к большой номенклатуре технических средств.

При проектировании РТК, предназначенных для ликвидации ЧС, необходимо реализовать:

- функциональную и конструктивную унификацию РТК на основе их модульного построения;
- согласованность требований к РТК и к их техническому окружению, с которым они должны взаимодействовать, из условий максимума общей технико-экономической эффективности.

Список литературы

1. Захаров Ю.В., Мерцалов М.С. Мобильные робототехнические и дистанционно-управляемые комплексы для функционирования в экстремальных условиях // Чернобыль: долг и мужество. Под ред. Дьяченко А.А. - М., Воениздат, 2001 - 320 с.
2. Батанов А.Ф., Грицынин С.Н., Муркин С.В. Робототехнические системы для применения в условиях чрезвычайных ситуаций // Специальная Техника - 2000. - №2. - С. 16-22.

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНОЙ, С УЧЕТОМ СОЗДАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Галкин Р.Н., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Основы единой государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2020 года, утвержденные Президентом Российской Федерации 03 сентября 2011 г., выделяют мероприятия по совершенствованию информационной поддержки принятия управленческих решений при обеспечении гражданской обороны с использованием возможностей центров управления в кризисных ситуациях как важное направление развития системы управления гражданской обороны.

Для обеспечения информационной поддержки принятия решений в случае аварий, катастроф и стихийных бедствий в соответствии с приказом МЧС России от 11.12.2006 года № 732 на базе ФГБУ ВНИИ ГОЧС создан Центр поддержки принятия решений ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) (далее – ЦППР), который в соответствии с приказом МЧС России от 08.04.2011 г. № 180 «О мероприятиях по организации оперативного управления МЧС России в чрезвычайных ситуациях» вошел в состав групп обеспечения деятельности оперативного штаба по управлению в кризисных ситуациях МЧС России.

В целях повышения готовности ЦППР к действиям по предназначению руководством МЧС России принято решение о расширении его функциональных задач в части, касающейся методической и информационной поддержки принятия решений при планировании и организации мероприятий гражданской обороны и защиты населения и территорий.

Данную задачу предполагается решить путем создания дополнительных сегментов ЦППР на базе ФГБУ ВНИИ ГОЧС, направленных на повышение готовности ЦППР к действиям по предназначению.

Анализ современного опыта организации и создания ЦППР показывает, что эффективность функционирования дополнительных сегментов ЦППР зависит от нескольких составляющих:

- от целей и задач, решаемых дополнительными сегментами ЦППР;
- от состава целевой аудитории дополнительных сегментов ЦППР;
- бюджета на создание дополнительных сегментов ЦППР (сроков реализации, стоимости оборудования, проектировании и пуско-наладочных работ, надежности и возможности модернизации или расширения его функциональных возможностей);
- выбора подходящих помещений;
- внедрения информационно-коммуникационных технологий и т.д.

Основной целью создания дополнительных сегментов ЦППР является обеспечение эффективной научно-методической и информационно-аналитической поддержки подразделений центрального аппарата МЧС России, территориальных органов МЧС России и организаций при планировании и организации мероприятий по гражданской обороне и защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

При этом приоритетными задачами, решаемыми для достижения цели, являются:

1. Разработка и внедрение программно-технических решений, обеспечивающих автоматизацию процедур сбора, обработки, хранения и предоставления информации, в том числе документированной (в соответствии с регламентами информационного обмена) в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

2. Создание современных научно обоснованных методов анализа, моделирования и оптимизации мероприятий по гражданской обороне, позволяющих формировать при этом сбалансированные управленческие решения.

3. Создание и развитие информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, обеспечивающей возможность обмена данными с заинтересованными подразделениями центрального аппарата МЧС России, его территориальными органами и организациями.

4. Обеспечение информационной безопасности систем дополнительных сегментов ЦППР, в том числе соблюдение требований, определенных действующим законодательством, связанных с работой со сведениями, составляющими государственную тайну.

Основными задачами, решаемыми дополнительными сегментами ЦППР, будут являться:

научно-методическое обеспечение реализации государственной политики в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

организация ведения автоматизированных баз данных для информационной поддержки принятия решений в области гражданской обороны и защиты населения и территорий;

оценка масштабов ЧС мирного и военного времени и прогнозирование развития обстановки;

мониторинг состояния объектов гражданской обороны, выработка методов и технологий повышения уровня их готовности к применению по назначению;

разработка планирующих документов и подготовка экспертных заключений в области проведения инженерных, эвакуационных, маскировочных и других мероприятий, направленных на обеспечение защиты населения;

ведение информационно-аналитического портала по вопросам гражданской обороны в сети массового доступа;

методическое обеспечение подготовки должностных лиц и специалистов гражданской обороны и др.

Функционирование дополнительных сегментов ЦППР осуществляется в трех режимах:

– в режиме повседневной деятельности;

– в период работы ОШ УКС МЧС России;

– при нарастании угрозы агрессии против Российской Федерации до объявления мобилизации в Российской Федерации и при переводе системы МЧС России на работу в условиях военного времени (при приведении в готовность гражданской обороны).

В состав центра входят:

сегмент поддержки принятия решений;

сегмент информационно-аналитического обеспечения организации и ведения гражданской обороны в Российской Федерации;

сегмент разработки, сбора и обработки информации, содержащие сведения, составляющие государственную тайну;

комната отдыха дежурного смены Центра;

вспомогательные помещения обеспечения функционирования Центра.

Сегмент поддержки принятия решений.

Данный сегмент оснащен АРМ «Обеспечение взаимодействия с информационными ресурсами федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и организаций в области гражданской обороны и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций», которые предназначены для решения следующих задач:

экспертной поддержки принятия решений в области гражданской обороны и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций;

- прогнозирования последствий ЧС;
- подготовки предложений и рекомендаций на основах смоделированных вариантов развития ЧС;
- обоснования объемов аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- подготовки сценариев развития обстановки;
- подготовки предложений и рекомендаций по проведению мероприятий гражданской обороны;
- подготовка предложений по корректировке планирующих документов.

Сегмент информационно-аналитического обеспечения организации и ведения гражданской обороны в Российской Федерации.

Данный сегмент будет оснащен АРМ «Научно-методическое обеспечение деятельности функциональных и территориальных подсистем РСЧС» (п. 2 приложения), которые предназначены для решения следующих задач:

- оценка состояния подготовки и обучения населения в области гражданской обороны;
- анализа и разработки предложений по совершенствованию нормативной правовой базы в области гражданской обороны и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций;
- информационного обеспечения ОКСИОН и СЗИОНТ;
- методического обеспечения разработки планирующих документов в области гражданской обороны и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций;
- прогнозирование и оценка обстановки в мирное и военное время;
- оценка эффективности реализации Федеральных целевых программ в области гражданской обороны и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций;
- ведения электронных библиотек научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- поддержка деятельности надзорных органов;
- обоснование мероприятий по маскировке территории и объектов.

Сегмент разработки, сбора и обработки информации, содержащие сведения, составляющие государственную тайну.

Данный сегмент будет оснащен АРМ «Планирование мероприятий по гражданской обороне» (п. 5 приложения), которые предназначены для решения следующих задач:

- ведения баз данных в области гражданской обороны и аналитической обработки информации;
- планирования мероприятий по гражданской обороне;
- оценки мероприятий по инженерной защите и эвакуации населения, материальных и культурных ценностей;
- оценки состояния сил гражданской обороны.

Вспомогательные помещения Центра.

Во вспомогательных помещениях Центра располагаются АРМ для дополнительной информационной поддержки деятельности Центра.

АРМ «Ведение нормативной правовой базы в области гражданской обороны и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Данные АРМ предназначены для решения следующих задач:

- анализ существующей нормативной базы в области гражданской обороны и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций;

- разработка предложений по совершенствованию и приведение в соответствие с действующим законодательством Российской Федерации и нормами международного права нормативных правовых актов в области гражданской обороны и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций;

- разработка предложений по внесению изменений и дополнений в нормативные правовые акты в области гражданской обороны и защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций;

- осуществление мониторинга правоприменения в Российской Федерации в области гражданской обороны, защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций.

АРМ «Оценка состояния защиты населения и территории РФ от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Данные АРМ предназначены для решения следующих задач:

- разработка ежегодного государственного доклада о состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от угроз природного и техногенного характера;

- организация сбора, обработки, обобщения, анализа данных для проведения анализа состояния защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- разработка информационных бюллетеней о деятельности функциональных подсистем РСЧС;

- проведение анализа наиболее крупных и значимых чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- проведение оценки основных показателей состояния защиты населения и территории.

В рамках реализации задач и функций, возложенных на Центр гражданской защиты, в 2012 году были проведены следующие мероприятия:

- Подготовлены государственные доклады «О состоянии гражданской обороны в Российской Федерации» и «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;

- введена в эксплуатацию автоматизированная система сбора, обработки, анализа информации и подготовки отчетных документов в области гражданской обороны и защиты населения и территорий (АСС-ГО).

Основное функциональное предназначение - автоматизация информационного обмена в области ГО и защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера;

организована работа по созданию Автоматизированный программно-технический комплекс по планированию и проведению мероприятий гражданской обороны (АПТК-ГО).

Основные функциональные возможности:

ведение баз данных по ГО (территории, отнесенных к группам по ГО, организации, отнесенные к категориям по ГО;

защитные сооружения ГО и т. д.); определение правильности отнесения территорий к группам по ГО, необходимого количества и состава транспортных средств и времени для проведения эвакуации, требуемых зон покрытия системами оповещения территорий (объектов); выбор режимов радиационной защиты на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению; определение; автоматизированное создание планов гражданской обороны и защиты населения Российской Федерации и субъектов Российской Федерации;

визуализация объектов баз данных;

создание картографических приложений к планам гражданской обороны и защиты населения (планов гражданской обороны).

Подготовлены проекты наставлений по деятельности спасательных воинских формирований при ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера.

Проводится работа созданию автоматизированных баз данных по учету критически важных объектов и защите населения и территорий.

БАЗОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ ХРАНИЛИЩ МЧС

**Гусева Л.В., преподаватель, Панина О.О., преподаватель
Национальный университет гражданской защиты Украины, г.
Харьков**

Информационные базы данных, используемые разными структурными подразделениями МЧС, редко пересекаются по данным и не предполагают совместную обработку и анализ. На основе разнесенной по базам данных информации невозможно обеспечить комплексный анализ деятельности министерства или реализации конкретного проекта, не говоря уже об оценке их экономической эффективности.

С точки зрения авторов, наиболее перспективной представляется идеология формирования при министерстве центральных корпоративных хранилищ данных, информационное наполнение которых происходит за счет данных, уже имеющихся в рабочих базах. Причем, информация может быть преобразована к виду, допускающему совместную обработку.

Необходимо учесть, что сконцентрированная в одном месте, в большом объеме и с максимальной детализацией информация переходит в разряд стратегического ресурса со всеми вытекающими отсюда последствиями. Мониторинг, информационная поддержка оперативного управления, динамический анализ и т.п. вопросы решаются при этом в рамках естественного функционирования хранилища и, что немаловажно, не затрагивая деятельности рабочих баз данных и локальных информационных систем. Авторами предлагается использовать базовую концепцию технологии формирования корпоративных хранилищ на основе СУБД Cache. В ее основу заложен механизм последовательной унификации процесса накопления и использования данных. Ключевым же элементом является отказ от методов насильственной модернизации сложившегося информационного пространства.

СУБД Cache сочетает в себе уникальную комбинацию технологий: представление данных в БД осуществляет в виде, максимально приближенном к реальному; модель данных нетребовательна к ресурсам системы; максимально оптимизированный SQL для работы с другими базами данных и приложениями; работает в несколько раз быстрее большинства реляционных СУБД.

Список литературы

1. Осуга С., “Обработка знаний”, М. “Мир”, 1989.
2. Хаббард Дж., Автоматизированное проектирование баз данных.- М.: “Мир”, 1984.

ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧС И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

**Дудак С.А., Национальный университет гражданской
защиты Украины, г. Харьков**

Многомерная регрессия, в том числе с использованием непараметрических оценок плотности распределения — основной на настоящий момент статистический аппарат прогнозирования. Нереалистическое предположение о нормальности погрешностей измерений и отклонений от линии (поверхности) регрессии использовать не обязательно; однако для отказа от предположения нормальности необходимо опереться на иной математический аппарат, основанный на многомерной Центральной Предельной Теореме теории вероятностей, технологии линейаризации и наследования сходимости. Он позволяет проводить точечное и интервальное оценивание параметров, проверять значимость их отличия от 0 в непараметрической постановке, строить доверительные границы для прогноза.

Весьма важна проблема проверки адекватности модели, а также проблема отбора факторов. Априорный список факторов, оказывающих влияние на отклик, обычно весьма обширен, желательно его сократить, и крупное направление современных исследований посвящено методам отбора «информативного множества признаков». Однако эта проблема пока еще окончательно не решена. Проявляются необычные эффекты. Так, установлено, что обычно используемые оценки степени полинома имеют в асимптотике геометрическое распределение. Перспективны непараметрические методы оценивания плотности вероятности и их применения для восстановления регрессионной зависимости произвольного вида. Наиболее общие результаты в этой области получены с помощью подходов статистики нечисловых данных.

Для установления возможности применения асимптотических результатов при конечных (т. н. «малых») объемах выборок полезны компьютерные статистические технологии. Они позволяют также строить различные имитационные модели. Системы прогнозирования с интенсивным использованием компьютеров объединяют различные методы прогнозирования в рамках единого автоматизированного рабочего места прогнозиста.

Прогнозирование на основе данных, имеющих нечисловую природу, в частности, прогнозирование качественных признаков основано на результатах статистики нечисловых данных. Весьма перспективными для прогнозирования представляются регрессионный анализ на основе интервальных данных, включающий, в частности, определение и расчет нотны и рационального объема выборки, а также регрессионный анализ нечетких данных. Общая постановка регрессионного анализа в рамках статистики нечисловых данных и ее частные случаи — дисперсионный анализ и дискриминантный анализ полезна при программной реализации современных статистических методов прогнозирования.

Современные компьютерные технологии прогнозирования основаны на интерактивных статистических методах прогнозирования с использованием баз эконометрических данных, имитационных (в том числе на основе применения метода статистических испытаний) и динамических моделей, сочетающих экспертные, математико-статистические и моделирующие блоки.

В настоящее время интенсивно развивается моделирование для решения задач в различных прикладных сферах деятельности: электронике, механике, строительстве, экономике и т.д. Специфической чертой моделирования для задач, связанных с чрезвычайными ситуациями (ЧС), является случайный характер условий возникновения и протекания всего процесса ЧС. По этой причине должно быть уделено особое внимание моделированию случайных явлений и методам статистического анализа результатов.

Концепция моделирования, предлагаемая в данном случае, состоит в отказе от привычной последовательности этапов моделирования, описанных

в [1,2]. В данной работе освещается направление, осуществляемое исходя из другого подхода (в принципе, не нового, хотя, возможно, недостаточно описанного). Подход состоит в концентрации внимания не на целях моделирования, а на предметной области. Предметная область изучается с точки зрения, более или менее полного (в зависимости от сил и средств) математического описания объектов этой области с точки зрения самых общих целей. В дальнейшем создаются имитационные модели, библиотеки подпрограмм, библиотеки объектов, и, если возможно, специализированные языки программирования. Работа по созданию библиотек и совершенствование языков может быть фоновой (и по мнению, по крайней мере одного автора, должна быть фоновой).

Для решения поставленной задачи предпринята попытка создания специального языка моделирования. Данный язык был применен при создании программного комплекса «Категория». Используемый язык является HTML-подобным. Имеет теги со встроенными переменными и команды. Все правила построения программы на языке HTML распространяются на данный язык.

Ниже представлена часть исполняемой программы:

```

D:\W4C\Release\Category\Задание 1 (1).opt
Файлы  Парсинг  Створення тексту програми  Повідомлення
<чар>
Double_on;
Надлишковий_тиск#:=0;
Початковий_тиск#:=0;
Максимальний_тиск_вибуху#:=0;
Степометрична_концентрація_ГТ#:=0;
КН#:=0;
Густина_газу#:=0;
Вільний_об'єм#:=0;
Теплота_згоряння#:=0;
Теплоємність_повітря#:=0;
Густина_повітря#:=0;
Початкова_температура#:=0;
Молярна_маса#:=0;
Мольний_об'єм#:= 22.413 ;(!-- //No - мольний об'єм, що дорівнює 22.413 м3/кмоль!--)
Розрахункова_температура#:= 0;
Внутрішній_радіус_трубопроводів#:=0;
Внутрішній_радіус_трубопроводів1#:=0;
Внутрішній_радіус_трубопроводів2#:=0;
Довжина_трубопроводів1#:=0;
Довжина_трубопроводів2#:=0;
Густина_газу_при_розрахунковій_температурі#:=0;
Об'єм_апарата#:= 0;
Об'єм_газу_що_вийшов_з_апарата#:=0;
Тиск_з_пристр.а#:=0;
Тиск_назовні_пристрою#:=0;
Об'єм_газу_що_вийшов_з_трубопроводів#:=0;
nc#:=0;
n1#:=0;
n2#:=0;
Об'єм#:=0;
Об'єм_з_врахування_тиску#:=0;
Маса_ГТ#:=0;
Маса_що_знаходиться_в_технологічному_апараті_і_трубопроводах#:=0;
Коефіцієнт_ураховання_вентиляції#:=1;
Кратність_повторюваності#:=0;
Тривалість_поглинання_ГТ_та_ін_до_об'єму_приймача#:=0;
Об'єм_газу_що_може_найти_до_приймача_за_рахунок_роботи_компресора_за_час_до_перекриття_засувки#:= 0;
Маса_газу_що_може_найти_до_приймача_за_рахунок_роботи_компресора_за_час_до_перекриття_засувки#:= 0;
Час_до_перекриття_засувки#:= 0;
Потужність_насосу#:= 0;
Густина_газу#:= 0;
Температура_повітря#:=0;
Маса_газу_що_може_найти_до_приймача_при_розгерметизації_технологічного_блоку#:= 0;
Маса_газу_що_буде_аккумуляована_в_приймачі_до_моменту_вибуху#:= 0;
Z#:=0;
Температура_повітря_у_приймачі#:= 0;
</чар>
// #include <varformodeling.inc>
#include <StringList.inc>

```

Рис. 1 – Программа «Категория». Ввод данных для расчета

Данный подход, с реализованными программными средствами, позволяет эффективно решать некоторые задачи оптимизации. Эти задачи хоть и относятся к некоторому относительно узкому кругу, заранее точно не определены и гибко могут изменяться в рамках предложенных языковых средств.

Список литературы

1. НАПБ Б.03.002.-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
2. <http://rubin01.ru/faq/raschet-kategorii.html>
3. <http://www.stopfire.ru/content/343/2124>
4. Тесленко О.О., Михайлюк О.П., Олейник В.В. Досвід застосування імітаційного моделювання до ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки/ Зб. Наук. Пр. УЦЗ України «Проблеми надзвичайних ситуацій». Вип.. 7 – Харків: УЦЗУ, 2008, - С.139-14.
- 5 Тесленко А.А., Михайлюк А.П., Олейник В.В. К вопросу использования имитационного моделирования при прогнозировании последствий выброса опасных химических веществ при авариях на промышленных объектах./ Зб. Наук. Пр. УЦЗ України «Проблеми надзвичайних ситуацій». Вип.. 8, – Харків: УЦЗУ, 2008, - С.194-198.
6. <http://www.emergencemodeling.narod.ru/>

УЧЁТ ЗАТУХАНИЯ РАДИОВОЛН В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАЛЬНОСТИ РАДИОСВЯЗИ ПОЖАРНО- СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ

**Закора А.В., к.т.н., доцент,
Селеенко Е.Е., Фещенко А.Б., к.т.н., доцент,
Национальный университет гражданской защиты, г.Харьков**

Одной из важных задач, решаемых в процессе организации радиосвязи в системе оповещения пожарно-спасательной службы Министерства чрезвычайных ситуаций (МЧС), является определение потенциальной дальности радиосвязи на ультракоротких волнах (УКВ) между подразделениями спасателей в тех или иных условиях. Решение данной задачи требует учета множества факторов, влияющих на дальность распространения УКВ, таких как влияние рельефа местности и кривизны земной поверхности, затухание радиоволн в процессе распространения и поглощения в атмосфере и др.

В наше время известно множество отечественных и зарубежных исследований и методик, позволяющих решить задачу прогнозирования потерь на трассе распространения радиоволн (РРВ) с той или иной степенью достоверности. Однако наибольший, по-видимому, интерес в данной области представляют соответствующие наработки авторитетного международного органа- Международного союза электросвязи (МСЭ).

Применительно к диапазонам, используемым МЧС Украины для организации радиосвязи спасателей, представляет интерес Рекомендация ИТУ-R P.1546 "Метод прогнозирования передач для наземных служб в диапазоне частот 30 МГц - 3000 МГц" (далее – Рекомендация) [1].

Рекомендация обеспечивает учёт энергетических параметров и характеристик приемо-передающих устройств и позволяет прогнозировать величину напряжённости электромагнитного поля (ЭМП), создаваемой

передатчиком мощностью 1 кВт эквивалентной излучаемой мощности в районе приёмной антенны. В основе прогнозирования лежат графики (кривые), учитывающие зависимость напряжённости поля от факторов, определяющих характер РРВ. Графики основаны на статистическом анализе экспериментальных данных и учитывают результаты многолетних наблюдений закономерностей РРВ в различных регионах земного шара. Кривые отражают результаты измерений, большей частью относящихся к климатическим условиям умеренных регионов, содержащих холодные и теплые моря. Кривые дают статистические оценки значений напряженности поля на средних частотах 100, 600 и 2000 МГц, действительные для диапазонов частот (30 – 300), (300 – 1000) и (1000 – 3000) МГц соответственно. Графики изображают значения напряженности поля в зависимости от дистанции связи при определенных условиях:

- создаются отдельные прогнозы для сухопутных и морских трасс РРВ;

- обеспечивается превышение прогнозируемого значения напряженности в 50% мест в пределах области 200 на 200 м в течение 1, 10 или 50% времени;

- для заданной эффективной высоты передающей/базовой антенны h_1 , которая определяется как высота антенны над средней высотой местности на интервале дальностей от 3 до 15 км в направлении на приемную/мобильную антенну. Напряженности поля даны для значений h_1 от 10 до 1200 м;

- для заданной высоты приемной/мобильной антенны h_2 , которая приравнивается "характерному" значению средней высоты поверхности земли в районе расположения приёмной антенны. Минимальное значение характерной высоты - 10 м.

Конечно, параметры данных графики кривых охватывают не все практически важные случаи проведения расчётов. Для уточнения результатов расчётов в зависимости от тех или иных факторов Рекомендацией предусмотрены ряд поправок:

- интерполяция или экстраполяция значения напряженности поля, как функции частоты (для частот, отличных от 100, 600 и 2000 МГц);

- интерполяция значения напряженности поля, как функции процента времени приёма;

- интерполяция значения напряженности поля, как функции процента расположения;

- интерполяции или экстраполяция значения напряженности поля, как функции значений высоты h_1 (для значений высот h_1 , отличных от заданных значений);

- коррекция значения напряженности поля, соответствующая значениям высоты приемной/мобильной антенны, отличным от характерного значения средней высоты антенны над землей h_2 ;

- повышение точности прогнозирования напряженности путём учета угла закрытия местности (поправка на угол закрытия) и др.

Кривые имеют верхние ограничения по возможному значению напряженности поля, соответствующие значениям напряженности ЭМП в свободном пространстве (прямая линия на графике).

Следует отметить, что графики не учитывают, тем не менее, ряд существенных параметров приёмо-передатчиков, влияющих на дальность радиосвязи, таких, как реальное ослабление сигналов в фидерных трактах и усиление сигналов антеннами. Учёт этих факторов производится отдельно в процессе расчёта дальности, который, в свою очередь, может быть осуществлён на основе известного в радиотехнике соотношения для действующего значения напряжённости поля в районе приёмной антенны:

$$E_{\text{ПРМ_Д,дБ/мкВ/м}} = E_{\text{ГрА,дБ/мкВ/м}} + V_{\text{М,дБ}} - V_{\text{осл,дБ}} - \eta_{\text{Т,дБ}} - \eta_{\text{Р,дБ}} + G_{\text{Т,дБ}} + G_{\text{Р,дБ}} - 3, \quad (1)$$

где $E_{\text{ГрА,дБ/мкВ/м}}$ - напряжённость поля, создаваемого передатчиком с э.и.м. 1000 Вт (30 дБ/Вт) на заданном удалении D от антенны передатчика, дБ/мкВ/м; амплитудное значение; определяется по графику;

$V_{\text{М,дБ}}$ - коэффициент, который показывает, на сколько дБ мощность передатчика в дБ/Вт $P_{\text{Г,дБ/Вт}}$ превышает значение э.и.м. 30 дБ/Вт, для которого составлены графики значений $E_{\text{ГрА,дБ/мкВ/м}}$. Для учета данного коэффициента используются специальные графики;

$V_{\text{осл,дБ}} > 0$ - коэффициент ослабления напряжённости рельефом местности, дБ;

$\eta_{\text{Т,дБ}} > 0$, $\eta_{\text{Р,дБ}} > 0$ - соответственно коэффициенты ослабления (потерь) сигнала в фидерах передатчика и приёмника по напряжению, дБ;

$G_{\text{Т,дБ}} > 0$, $G_{\text{Р,дБ}} > 0$ - коэффициенты усиления по напряжению диаграмм направленности антенн передатчика и приёмника соответственно, дБ.

Задаваясь пороговой величиной напряжённости поля $E_{\text{min_Д,дБ/мкВ/м}}$, обеспечивающей нормальное функционирование радиоприёмника, из (1) получим выражение для расчёта эталонного значения напряжённости в соответствующих условиях обеспечения радиосвязи:

$$E_{\text{ГрА,дБ/мкВ/м}} = E_{\text{min_Д,дБ/мкВ/м}} - V_{\text{М,дБ}} + V_{\text{осл,дБ}} + \eta_{\text{Т,дБ}} + \eta_{\text{Р,дБ}} - G_{\text{Т,дБ}} - G_{\text{Р,дБ}} + 3. \quad (2)$$

Методика определения дальности включает три этапа:

- на первом, на основании исходных данных – параметров приёмо-передатчиков и трассы РРВ из выражения (2) рассчитывается эталонное значение напряжённости поля для соответствующих условий обеспечения радиосвязи;

- на втором, по графикам для соответствующего диапазона частот и высот антенн определяется максимальная дистанция радиосвязи.

- повышение точности оценок дальности за счёт поправок и корректировок.

Предлагаемая методика расчёта дальности УКВ радиосвязи системе оповещения пожарно-спасательной службы МЧС может быть использована как при проведении ручных расчётов, так и для программной автоматизации на основе ПЭВМ процессов, требующих расчёта дальности радиосвязи.

Список литературы

1. Recommendation ITU-R P.1546. Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz.

ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ УДАРЕ

Халыпа В.М., к.т.н., доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины, г.Харьков

Метелёв В.А., магистрант

Национальный технический университет «ХПИ», г.Харьков

Система противопожарного водоснабжения – комплекс инженерных сооружений, основным элементом которого являются водопроводные сети. Подача дополнительных пожарных расходов воды осуществляется пожарными насосами, установленными в насосных станциях, которые включаются в работу при поступлении сигнала о возникновении пожара. При внезапной остановке насоса в трубопроводе возникает гидравлический удар, который может привести к нарушению нормальной работы трубопровода и даже к разрушению трубы.

Во время гидравлического удара одна часть трубы находится под эксплуатационным давлением P , где ΔP -давление гидравлического удара [1], а другая под давлением $P + \Delta P$. В предлагаемой работе излагается методика расчета напряженно-деформированного состояния той части трубы, которая находится в окрестности скачкообразного изменения давления.

Для обеспечения прочности противопожарного трубопровода при воздействии гидравлического удара необходимо рассчитать напряженно-деформированное состояние трубы в зоне скачкообразного повышения давления. При исследовании осесимметричной деформации изгиба трубы, которая независимо от величины эксплуатационного давления определяется только величиной ΔP , рассмотрим расчетную схему рис. 1.

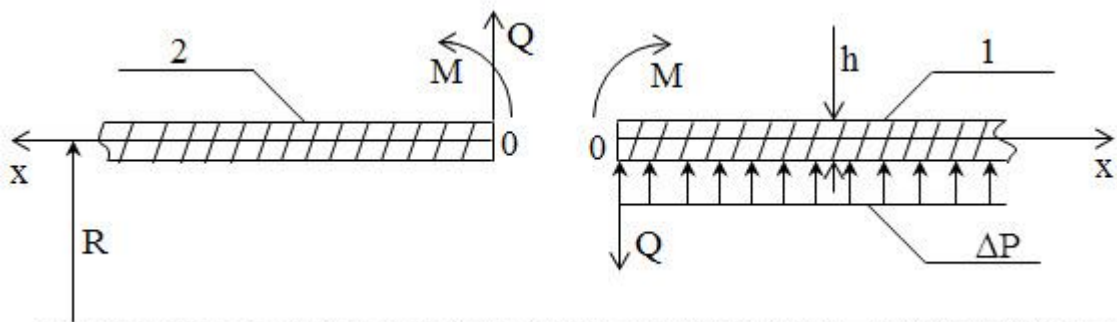


Рис. 1– Расчётная схема изгиба трубы в зоне резкого повышения давления

Разделим трубу на две части: первая в рассматриваемый момент уже подвержена ΔP , вторая еще нет, и для каждой из частей введем свою локальную систему координат Ox .

Обе части трубы далее рассматриваются как длинные тонкие цилиндрические оболочки постоянной толщины h , радиусом срединной поверхности R и коэффициентом Пуассона материала трубы – μ . Неизвестными краевыми распределенными нагрузками Q – поперечной силой и M – изгибающим моментом заменим силовое воздействие одной части трубы на другую. Эти неизвестные определим из геометрических условий сопряжения обеих частей труб при $x = 0$:

$$W_1 = W_2; \varphi_1 = \varphi_2, \quad (1)$$

где W_1 и W_2 – радиальные перемещения, φ_1 и φ_2 – углы поворота частей труб под действием всех нагрузок.

Формулы для определения этих величин представлены в следующем виде:

$$\begin{cases} W_1 = -\frac{Q}{2\beta^3 D} + \frac{M}{2\beta^2 D} + \frac{\Delta P R^2}{E_T h}; W_2 = -\frac{Q}{2\beta^3 D} + \frac{M}{2\beta^2 D}; \\ \varphi_1 = \frac{Q}{2\beta^2 D} - \frac{M}{\beta D}; \varphi_2 = \frac{Q}{2\beta^2 D} + \frac{M}{\beta D}. \end{cases} \quad (2)$$

где $D = \frac{E_T h^3}{12(1-\mu^2)}$ - цилиндрическая жесткость оболочки $\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\mu^2)}{R^2 h^2}}$.

Подставляя (2) в (1), находим $M = 0$, $Q = \frac{\Delta P R^2 \beta^3 D}{E_T h}$.

Поскольку в трубе, кроме ΔP , действует постоянное эксплуатационное давление P , которое создает постоянное по всей длине трубы радиальное перемещение ее стенок, равное $\frac{P R^2}{E_T h}$, то окончательный вид функции распределения радиальных перемещений в обеих частях трубы запишется так [2]:

$$W_1 = \frac{R^2}{E_T h} \left[\Delta P \left(1 - \frac{1}{2} e^{-\beta x} \cos \beta x \right) + P \right]; W_2 = \frac{R^2}{E_T h} \left(\frac{\Delta P}{2} e^{-\beta x} \cos \beta x + P \right). \quad (3)$$

Осевой изгибающий момент M_1 , действующий в первой части трубы определяется выражением:

$$M_1 = D \frac{d^2 W_1}{dx^2} = \frac{\Delta P R^2 h^2 \beta^2}{6(1-\mu^2)} e^{-\beta x} \sin \beta x. \quad (4)$$

Исследуя эту функцию на экстремум находим, что своего наибольшего по модулю значения изгибающий момент достигает при $x = \frac{\pi}{4\beta}$ и равен:

$$M_{1\max} = \frac{\sqrt{2}\Delta P R^2 h^2 \beta^2}{12(1-\mu^2)} e^{-\frac{\pi}{4}} \quad (5)$$

Соответствующий момент M_2 , действующий во второй части трубы отличается от M_1 только знаком $M_2 = -M_1$.

При плоском напряжённом состоянии прочность трубы оценивается с помощью главных напряжений σ_θ - действующих в окружном направлении и σ_x - в осевом направлении в сечении трубы, где действует максимальный изгибающий момент $M_{1\max}$. Эти напряжения определяются по следующим формулам:

$$\sigma_\theta = \frac{(P + \Delta P)R}{h} \pm \frac{6\mu M_{1\max}}{h^2}; \quad \sigma_x = \pm \frac{6M_{1\max}}{h^2}. \quad (6)$$

Для обеспечения прочности с коэффициентом запаса n относительно предела текучести σ_T необходимо при проектировании выполнить условие:

$$\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_\theta + \sigma_\theta^2 \leq \left[\frac{\sigma_T}{n} \right]^2. \quad (7)$$

Список литературы

1. Рабинович Е.З. Гидравлика. М.: Физматгиз, 1963. 408 с.
2. Тимошенко С.П., С. Войновский-Кригер. Пластины и оболочки. М.: Наука, 1966. 636 с.

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОДНООСНЫЕ КОЛЕБАНИЙ ТЕЛЕЖКИ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

**Венедиктов С.А., Калиновский А.Я., к.т.н., доцент,
Чернобай Г.А., к.т.н., доцент,
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

В арсенале пожарной и аварийно-спасательной техники отсутствуют малогабаритные несамоходные средства транспортировки опасных, в частности, взрывоопасных грузов.

Для их перевозки от места нахождения пункта утилизации предлагается создать специальную тележку, рессорное подвешивание которого характеристики, удовлетворяющие условиям безопасной транспортировки, а отсутствие двигателя и трансмиссии обуславливает простую, надежную и, главное, недорогую конструкцию.

Важной технической характеристикой современных транспортных средств является плавность их движения, что особенно актуально при перевозках опасных виброчувствительных грузов. Для транспортировки указанных объектов обычно используются специальные несамоходные тележки-прицепы, конструкция которых оснащена рессорным подвешиванием. К сожалению традиционные системы подрессоривания тележек-прицепов не позволяют получить вибрационное воздействие на груз на необходимом низком уровне. В данной работе предлагается создать специальную несамоходную тележку, конструкция которой имеет дополнительную степень подрессоривания.

Конструкции и принципы расчета систем рессорного подвешивания современных транспортных средств изложены в работах [1-3].

В первой ступени рессорного подвешивания предложенного транспортного средства принята традиционная для автомобилестроения независимая торсионная подвеска каждого из четырех колес тележки.

Вторую ступень рессорного подвешивания (вместе с корректором жесткости) моделируем упругим элементом. Несмотря на значительно большую по сравнению с резиновыми шинами жесткость поверхности дороги, в качестве возбудителя вынужденных колебаний тележки принято абсолютно жесткий геометрический профиль заданной конфигурации. На предварительном этапе исследований при определении собственных частот колебаний диссипативные силы не учитываем.

Имея в виду, что вертикальные колебания имеют основное влияние на динамические свойства транспортной системы, для будущих исследований целесообразно провести их расчет на упрощенной одноосной модели.

Для построения соответствующей математической модели тележка рассматривается как система трех упруго связанных твердых тел:

- Грузовая платформа вместе с приведенной к ней частью массы второй ступени рессорного подвешивания и грузом, массу которых обозначим M_2 ;

- Опорная платформа вместе с приведенных к ней частями массы второй и первой степени рессорного подвешивания, массу которых обозначим M_1 ;

- Колеса тележки, суммарную массу которых обозначим M_0 .

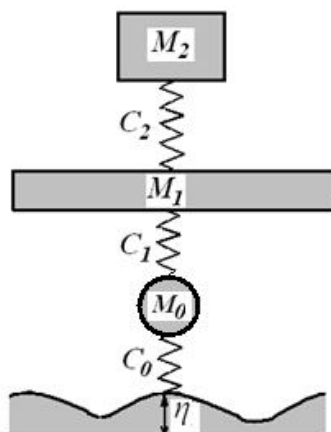


Рис. 1 - Модель одноосных вертикальных колебаний транспортного средства для перевозки опасных грузов.

Упрощенная одноосная математическая модель тележки для транспортирования опасных грузов, которая имеет двухступенчатое рессорное подвешивание повышенного качества, состоит из трех нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка, определяющие параметры вынужденного движения этой системы в процессе колебаний, которые вызываются геометрическими неровностями абсолютно жесткого профиля дороги заданной конфигурации $\eta = \eta(\xi)$ и учитывают специально определенную приведенную жесткость $C_2 = f(\Delta_2)$ второй ступени рессорного подвешивания.

Список литературы

1. Алабужев П.М. и др. К разработке и исследованию виброзащитной системы с регулируемой жесткостью // Вопросы динамики механических систем виброударного действия. Новосибирск, 1980. - С. 8 - 13.
2. Алабужев П.М. и др. Виброзащитные системы с квазиулевым жесткостью. -Л.: Машиностроение, 1986. 96 с.
3. Андронов А. А., Витт А. А. Теория колебаний. М: Физматгиз, 1959. - 915 с.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ ОЦЕНКИ УГРОЗ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

Калугин В.Д., д.х.н., профессор,

Тютюник В.В., к.т.н.,

Шевченко Р.И., к.т.н.,

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

В работе представлен системный подход для оценки энергетических показателей: 1) процессов жизнедеятельности в Украине, как природно-техногенно-социальной системы (ПТС системы); 2) процессов формирования и развития источников опасностей; 3) процессов функционирования системы гражданской защиты. Разработанный подход дал возможность оценить: уровень влияния опасностей и состояние жизнедеятельности кризисного характера в государстве – показатель опасности $k_{\text{ЧС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Опасн.}}(S^{\text{ЧС}}, T)$; возможности системы гражданской защиты (СГЗ) – показатель безопасности $k_{\text{СГЗ} \rightarrow \text{ЧС}}^{\text{Безоп.}}(S^{\text{ЧС}}, T)$; уровень надежного функционирования объединения ПТС и СГЗ в условиях опасностей – коэффициент разрушения $k_{\text{ЧС} \rightarrow (\text{ПТС} + \text{СГЗ})}^{\text{Разрушен.}}(S^{\text{Укр.}}, T)$.

Отношение величины энергии ЧС ($E^{\text{ЧС}}(S^{\text{ЧС}}, T)$), как суммы энергий отдельных ЧС, к энергии ПТС системы ($E^{\text{ПТС}}(S^{\text{ЧС}}, T)$) характеризует уровень опасности (угрозы) для системы жизнедеятельности:

$$k_{\text{ЧС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Опасн.}}(S^{\text{ЧС}}, T) = \frac{E^{\text{ЧС}}(S^{\text{ЧС}}, T)}{E^{\text{ПТС}}(S^{\text{ЧС}}, T)}, \quad (1)$$

где $k_{\text{ЧС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Опасн.}}(S^{\text{ЧС}}, T)$ – показатель опасности общего количества ЧС, возникших за время T , для ПТС системы; $S^{\text{ЧС}}$ – общая площадь территории ПТС системы, попавшей под воздействие общего количества ЧС, возникших за время T .

Соответствующий уровень безопасности ПТС системы обеспечивает система СГЗ, энергетическую эффективность которой представим следующим образом:

$$k_{\text{СГЗ} \rightarrow \text{ЧС}}^{\text{Безоп.}}(S^{\text{ЧС}}, T) = \frac{E_{\text{ПТС}}^{\text{СГЗ}}(S^{\text{ЧС}}, T)}{E^{\text{ЧС}}(S^{\text{ЧС}}, T)}, \quad (2)$$

где $k_{\text{СГЗ} \rightarrow \text{ЧС}}^{\text{Безоп.}}(S^{\text{ЧС}}, T)$ – показатель функционирования СГЗ в условиях ЧС; $E_{\text{ПТС}}^{\text{СГЗ}}(S^{\text{ЧС}}, T)$ – энергетический уровень СГЗ.

Критический уровень жизнедеятельности (ПТС система может необратимо перейти в состояние хаоса (полное разрушение ПТС системы)) представим как:

$$k_{\text{ЧС} \rightarrow (\text{ПТС} + \text{СГЗ})}^{\text{Разрушен.}}(S^{\text{Укр.}}, T) = \frac{E^{\text{ЧС}}(S^{\text{ЧС}}, T)}{E_{\text{ПТС}}(S^{\text{Укр.}}, T) + E_{\text{ПТС}}^{\text{СГЗ}}(S^{\text{Укр.}}, T)}, \quad (3)$$

где $S^{\text{Укр.}}$ – площадь территории Украины.

По результатам проведенных исследований [1], условия успешной ликвидации ЧС определяются путем сравнения показателей $k_{\text{ЧС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Опасн.}}(S^{\text{ЧС}}, T)$ и $k_{\text{СГЗ} \rightarrow \text{ЧС}}^{\text{Безоп.}}(S^{\text{ЧС}}, T)$. Так, существующее различие данных показателей для ЧС государственного уровня может указывать на малую эффективность СГЗ по активному противодействию опасным факторам при падении космических тел, при проявлении вулканической и сейсмической активности и т.д.

Создание эффективной СГЗ является возможным в случае критического проявления метеорологических факторов различного происхождения, где $k_{\text{ЧС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Опасн.}}(S^{\text{ЧС}}, T)$ и $k_{\text{СГЗ} \rightarrow \text{ЧС}}^{\text{Безоп.}}(S^{\text{ЧС}}, T)$ имеют близкие значения.

Таким образом, на основе полученных в работе результатов дано научное обоснование основ формирования СГЗ, а именно:

- систематизированы опасности по значениям их энергий разрушительного воздействия на режим нормального функционирования ПТС системы;
- обоснованы энергетические критерии для оценки возможности активного противодействия ЧС и (или) ликвидации их последствий;
- обоснованы минимальные энергетические показатели системы СГЗ для противодействия опасностям природного и техногенного характера.

Список литературы

1. Тютюник В.В. Системний підхід до оцінки небезпеки життєдіяльності при територіально-часовому розподілі енергії джерел надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугін // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2011. – Вип. 14. – С. 171 – 194.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН РИСКА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ И НА ПОЖАРЕ

**Каргашилов Д.В., начальник кафедры,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России
Вытовтов А.В., инспектор ОНД по г. Курску и
Курскому району УНД ГУ МЧС России по Курской области**

Первые научные изыскания в области расчета рисков ведутся достаточно давно. Первой сферой, где был применен механизм численного моделирования еще в конце XVII века, стало страхование. Во второй половине XX столетия методы анализа риска начинают постепенно проникать из экономического сектора в другие прикладные области науки. Создание новых технологий в промышленности и энергетике привело к созданию и широкому практическому применению разнообразных сложных технических систем, таящих в себе опасность аварии крупного масштаба. Начались исследования по анализу техногенного риска сначала применительно к ядерно–техническим установкам, позднее – к объектам химической промышленности и ракетно-космической технике.

После Чернобыльской аварии произошел кризис в системе взглядов на проблемы безопасности и риска. Стало очевидно, что требуется «капитальный ремонт» философии безопасности, построение новой науки на основе концепции приемлемого риска.

Активно развиваясь, данный процесс в конце XX – начале XXI века перешел в область практической реализации. Новые законодательные и нормативно-методические документы в области безопасности, прежде всего радиационной, промышленной и экологической, реализуют идеи анализа и управления риском. Этот новый нормативно-правовой механизм постоянно развивается и совершенствуется.

Первым документом, реализовавшим методику определения величин приемлемого пожарного риска, стал ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность. Общие требования». Позднее 10 июля 2001г. Госгортехнадзор России разрабатывает и утверждает методические указания по анализу риска опасных производственных объектов.

Пожар является локальной чрезвычайной ситуацией, характеризуемой определенным постоянным количеством первичных опасных факторов. Следовательно, расчет риска на пожаре является частным случаем алгоритма расчета риска в ЧС. Обе методики утверждены действующим законодательством и имеют законную силу на территории Российской Федерации.

Проведем анализ двух методик для выявления принципиальных различий и общих принципов расчета. Для сравнения применим алгоритм, описанный в Приказе МЧС России №404 «Об утверждении методики

определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», как наиболее полную и сопоставимую с рисками в ЧС.

Расчет величины риска в ЧС является количественной мерой возможности реализации опасности ЧС объекта и ее последствий для людей. **Общее понятие риска** при его математической формализации с целью проведения количественных оценок должно включать два четко различимых компонента:

1. **Частоту (P)** ожидаемого нежелательного события (например, аварии). Частота выражается числом событий в единицу времени, например: $1,38 \times 10^{-2}$ пожаров в музее в год.

2. **Последствия (C)**, которые являются мерой серьезности нежелательного события. Типовым выражением последствий аварии можно считать гибель человека или конкретное число людей.

Таким образом, риск R в общем виде есть функция двух переменных – частоты и последствий нежелательного события.

В формульном виде для двух алгоритмов величина риска равна:

• **риск в ЧС:** $R = f(F, S)$;

• **риск на пожаре:** $P_i = \sum_{j=1}^J Q_j \times Q_{aij}$, где:

Q_j – частота реализации в течение года j -го сценария;

Q_{aij} – условная вероятность поражения человека при его нахождении в i -ом помещении, при реализации j -го сценария пожара.

Делаем вывод о схожести математических формул и о совпадении компонентов, входящих в них. Единица измерения величин двух рисков – год⁻¹, что является еще одним фундаментальным совпадением.

Любой реальный расчет риска начинается со сбора информации и ее анализа. Расчет риска в ЧС структурирует информацию по следующим направлениям:

1. Построение всего множества сценариев возникновения и развития аварии.

2. Оценка частот реализации каждого из сценариев возникновения и развития аварии.

3. Построение полей поражающих факторов, возникающих при различных сценариях развития аварии.

4. Оценка последствий воздействия поражающих факторов аварии на человека или другие материальные объекты, а также окружающую среду.

Расчет пожарных рисков конкретизирует и, прежде всего, проводит анализ пожарной опасности объекта, определяет перечень пожароопасных аварийных ситуаций, в результате которых возникает опасность для жизни и здоровья людей.

Для определения частоты реализации каждого из сценариев на объекте используется информация:

а) об отказах оборудования, используемого на объекте;

б) о параметрах надежности используемого на объекте оборудования;

в) об ошибочных действиях работника объекта;

г) о гидрометеорологической обстановке в районе размещения объекта.

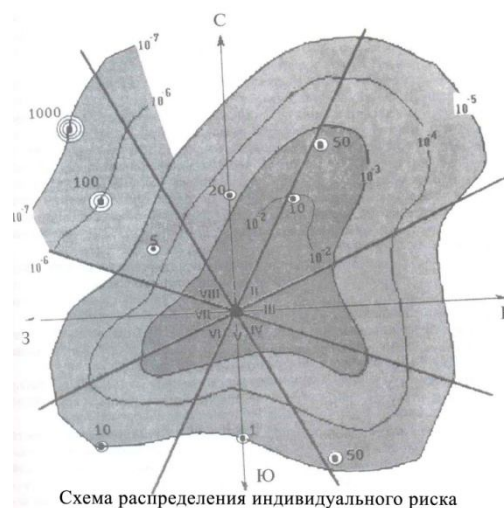
Частота реализации каждого из сценариев определяется исходя из перечисленной информации расчетным методом или по статистическим данным. При определении частот реализации в ЧС рекомендуется использовать расчетные методы вследствие недостатка статистической информации. Данная информация по пожарам полна и достоверна и рекомендована при расчете величин рисков, что является мелким различием в методиках.

Построение полей поражающих факторов является общим обязательным действием, но математические извлечения для каждого из алгоритмов различны. При расчете риска в ЧС учитывается каждый опасный фактор и вероятность его воздействия. Пожарные риски на производственных объектах делят поражающие факторы на две независимые группы: опасные факторы пожара (далее ОФП) и по поражающие факторы теплового излучения определяемой по фактической расчетной величине пробит функции P_r . Первая группа включает в себя 5 опасных факторов: повышенная температура, тепловой поток, потеря видимости, пониженное количество кислорода, три токсичных газообразных продукта горения. Объединение этих факторов стало возможно вследствие единовременного моделирования перечисленных факторов и оценки воздействия наибольшего из них. Данный факт, несомненно, является существенным различием в методиках.

При расчете рисков в ЧС для визуализации и причинно-следственного контроля составляются дерево событий и дерево отказов. В них указываются возможные события, приводящие к ЧС, работу систем защиты, действия персонала, развитие или распространение ЧС по объекту, вероятность срабатывания автоматических систем контроля, отказа основного и дополнительного оборудования. Анализ этих схем представляет собой «осмысливаемый вперед» процесс, при котором исследование развития ЧС начинается с исходного события с рассмотрением цепи последующих событий, приводящих к возникновению ЧС. При анализе рисков при пожаре составляется только дерево событий. Возможная цепь отказов в противопожарном оборудовании учитывается при расчете вероятности эффективной работы технических систем. Эти факты, несомненно, роднят изучаемые методики.

Для визуализации полей опасных факторов в ЧС обязательным является выполнение схемы распределения индивидуального риска вокруг источника ЧС. При ее выполнении учитываются рельеф местности, роза ветров, расположение технологического оборудования и зданий на объекте. Для вычисления пожарных рисков такая схема не требуется.

Оценку последствий воздействия поражающих факторов аварии на человека представляют в виде величины риска. Определение расчетных величин риска производится для ряда показателей. В ЧС рассчитывают индивидуальный риск, социальный риск, коллективный риск. При пожаре эти расчеты проводят по следующим направлениям: потенциальный пожарный риск на территории объекта и в селитебной зоне, потенциальный риск в здании объекта, индивидуальный пожарный риск в зданиях и на территории объекта, индивидуальный и социальный пожарный риск в селитебной зоне вблизи объекта. Конечные результаты величин рисков имеют различия в формулировках, но представляют одинаковые направления: риск для личности, риск для социума, риск для людей в селитебной зоне.



Вышеизложенные факты свидетельствуют о схожести двух методик. Сравнение совпадений и отличий показало, что на уровне математического моделирования пожар является частным случаем ЧС. Данная интуитивно понятная мысль нашла подтверждение в существующих методиках определения расчетных величин чрезвычайных ситуаций и пожара. Это позволяет нам говорить о глубокой достоверности и применимости приведенных методов на практике.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 22.07.2008г. №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. ГОСТ 12.1.004-91* «Пожарная безопасность. Общие требования».
3. Приказ МЧС России №382 от 30.06.2009 г. «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
4. Постановление Госгортехнадзора России от 10 июля 2001г. №30 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов»
5. Современные технологии защиты и спасения. Под общ. ред. Р. Х. Цаликова; МЧС России 2007.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЧС РОССИИ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: РЕЗУЛЬТАТЫ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ

Колеганов С.В., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

В настоящий момент деятельность МЧС России в области безопасности дорожного движения направлена на увеличение количества и повышение качества оказания помощи попавшим в дорожно-транспортные происшествия, совершенствование технологий спасения пострадавших в ДТП и развитие, в части касающейся, комплексной системы безопасности на автомобильных дорогах.

Благодаря предпринятым мерам, наблюдается положительная динамика показателей реагирования пожарно-спасательных подразделений на ДТП. Так, участие подразделений МЧС России в реагировании на ДТП за последние годы увеличилось в 10 раз. Если в 2006 году подразделения МЧС России среагировали на 15 806 ДТП, в 2008 году на 25 483, то только за 9 месяцев 2012 года данный показатель составил 107 638 выездов. Другими словами подразделения МЧС России участвуют в ликвидации каждого второго ДТП, в котором пострадали люди. При этом сотрудниками пожарно-спасательных подразделений деблокировано из поврежденных транспортных средств 25 438 человек, а первая помощь была оказана 92 913 гражданам.

За последнее время значительно сократилось среднее время прибытия пожарно-спасательных подразделений к месту ДТП. Если в 2006 году время прибытия составляло в среднем 18 минут, в 2009 году - 13 минут, то в 2012 году достигнут средний показатель по стране в 9 минут, что непосредственным образом влияет на своевременное оказание помощи и сокращение числа погибших в ДТП, соблюдение так называемого правила «золотого часа».

Данные показатели являются следствием выполнения МЧС России ряда мероприятий, а именно.

Во-первых, учитывая, что количество пожарных подразделений на порядок больше, чем аварийно-спасательных служб, нами предпринимаются шаги по их оснащению специальным аварийно-спасательным инструментом с целью дальнейшей аттестации на право ведения аварийно-спасательных работ. Только за первое полугодие 2012 г. в пожарно-спасательные подразделения поставлено 86 единиц специальной техники на общую сумму более 220 млн. рублей и 796 комплектов гидравлического аварийно-спасательного инструмента на общую сумму более 527 млн. рублей. В результате, сегодня мы имеем более 3 тысяч пожарных частей ФПС (92 % от их общего количества) аттестованных на право ведения аварийно-спасательных работ и привлекаемых к ликвидации последствий ДТП. Данную работу мы планируем закончить в следующем году.

Во-вторых, принимая во внимание важность и эффективность использования авиационных технологий для существенного сокращения сроков прибытия спасателей и медицинских работников с необходимым оборудованием к месту ДТП, сокращения времени эвакуации пострадавших в лечебные учреждения и в целях исполнения поручения Председателя Правительства Российской Федерации от 07.04.2008 № СМ-П4-2676, реализован пилотный проект системы комплексной безопасности на транспортных магистралях на примере автомобильной дороги М-10 «Россия» и скоростной железной дороги «Москва – Санкт-Петербург». Построены и введены в эксплуатацию вертолетные площадки в г. Тосно (Ленинградская область), г. Великий Новгород, Валдай, Чудово (Новгородская область), Клин (Московская область), Тверь. К настоящему времени площадки облётаны и готовы к приему вертолетов МЧС России в светлое время суток и в простых метеоусловиях. С 2010 года на всех вертолетных площадках организовано круглосуточное дежурство спасательных подразделений аварийно-спасательных служб и вертолетов Ка-32.

Эффективность применения вертолетов очевидна. Несмотря на большое плечо реагирования (удалённость места ДТП от населённых пунктов), среднее время прибытия экстренных служб к месту аварии сократилось до 5-8 минут; сроки доставки пострадавших до городских лечебных учреждений составили 5-7 минут, до районных – 10-20 минут. В результате мы можем говорить о сохранении жизней потенциальных жертв ДТП с тяжкими последствиями, что характерно именно для внегородских трасс с увеличенным скоростным режимом.

В-третьих, МЧС России проводит активную политику по разработке и внедрению новых и перспективных образцов спасательной и другой специальной техники. Так, в рамках реализации мероприятий ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах» и других федеральных целевых программ:

изготовлены и внедрены в подразделениях опытные образцы многоцелевых аварийно-спасательных машин, модульных комплектов аварийно-спасательных средств и техники («АСК «Зима», «АСМ «Горы», «Мегаполис», тоннельный автомобиль с реверсивным движением, др.);

апробированы специализированный мобильный комплекс аварийно-спасательного инструмента «Авиакомплекс ДТП МЧС» в контейнерном исполнении для ликвидации последствий ДТП, спасательные комплекты «Защита», инструмент «Спрут», «Бобёр», др.;

разработаны экспериментальные образцы пожарно-спасательных мотоциклов с необходимым оборудованием.

В рамках расширенного научно-практического эксперимента МЧС России успешно апробирована технология применения мобильных мотоциклетных групп экстренного реагирования на пожары и чрезвычайные ситуации в мегаполисах. Так, в Краснодаре осуществляют круглосуточное патрулирование города 4 звена (по 2 мотоцикла в каждом) пожарно-спасательной мотоциклетной части. Данный подход уже показал свою

состоятельность и высокие результаты, применительно к регионам страны с мягким климатом (Южный, Северо-Кавказский федеральные округа).

С целью организации качественной подготовки специалистов экстренных служб в 2010 году в подмосковном Ногинске был открыт первый «Учебно-тренировочный комплекс по подготовке спасателей к действиям при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий» (далее - УТК). В настоящее время проводится работа по строительству подобных УТК в других регионах страны – Южный, Северо-Кавказский, Дальневосточный федеральные округа. В проект федеральной целевой программы «повышение безопасности дорожного движения в Российской Федерации в 2013-2020 годах» включены мероприятия по строительству УТК в остальных регионах страны.

Обозначенные УТК имеют в своём составе несколько специально оборудованных учебных аудиторий различной направленности: по ведению аварийно-спасательных работ, по разборке транспортных средств, по оказанию первой помощи и др. Кроме того, в каждом комплексе имеются порядка десяти натуральных площадок для отработки практических навыков: от автобусной остановки до туннелей в горных хребтах и акваторий с переправами, которые максимально приближены к реальным условиям.

Уровень подготовки и взаимодействия экстренных служб федеральных органов исполнительной власти, функциональных подсистем РСЧС постоянно совершенствуется в рамках проведения совместных тактико-специальных учений (Краснодарский край, Республика Карелия, Московская область и др.) и соревнований.

Так, ежегодно, в рамках международного салона «Комплексная безопасность», проводятся соревнования на звание «Лучшая команда МЧС России по проведению аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий».

В-четвертых, для реализации аналитической функции и аккумулирования исходных данных для проведения системных исследований в МЧС России создан и функционирует Центр мониторинга ликвидации последствий ДТП, на базе которого создана территориально-распределённая система сбора и анализа сведений о комплексе мероприятий в области ликвидации последствий ДТП.

Ежеквартально Центр готовит информационно-аналитический обзор организации деятельности территориальных органов МЧС России в области реагирования пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия в субъектах Российской Федерации.

По заказу Министерства создан и поддерживается в актуальном состоянии информационно-образовательный интернет-портал по современным формам, методам и приёмам спасения пострадавших в ДТП. Выпущен и широко применяется ряд мультимедийных средств обучения технологиям спасения лиц, пострадавших в результате ДТП.

При участии МЧС России в г. Москве создана городская экспериментальная площадка по профилактике детского дорожно-

транспортного травматизма, в рамках которой проводится апробация полученных научных результатов.

Одним из направлений деятельности территориальных органов МЧС России является организация взаимодействия с автошколами и автогородками - оборудование уголков спасателя, оборудование стендов первичных средств оказания помощи пострадавшим в ДТП, натуральных площадок (с использованием макетов аварийных транспортных средств) и проведение занятий со специалистами и категорией водителей и участников дорожного движения.

Таким образом, участие МЧС России в области обеспечения безопасности дорожного движения за последние годы значительно увеличилось. Сформированы основные подходы к решению задач по повышению уровня безопасности жизни и здоровья людей на дорогах, реализован комплекс мер по техническому оснащению подразделений МЧС России, привлекаемых к ликвидации ДТП.

Вместе с тем, в вопросах ликвидации последствий ДТП остаются проблемы, требующие своего решения.

1. Необходимо внесение изменений в нормативную правовую базу на предмет расширения полномочий пожарных и спасателей по оказанию медицинской помощи пострадавшим в ДТП до прибытия медицинских служб.

Проблема заключается в том, что зачастую пожарно-спасательные подразделения прибывают на место ДТП раньше карет скорой медицинской помощи. Не имея право на оказание помощи пострадавшим с использованием медикаментозных средств и иных медицинских приёмов, фактически спасатель или пожарный бездействует, что создаёт угрозу своевременности оказания помощи и, как следствие, сохранению жизни пострадавшим.

2. Требуется повышение уровня оснащённости подразделений МЧС России современными образцами спасательного инструмента и техники с учётом выполнения задач по ликвидации последствий ДТП.

Разработанные по заказу МЧС России современные образцы инструмента и техники показывают более значительную эффективность по сравнению с имеющимися. Вместе с тем их внедрение носит опытно-экспериментальный характер и в настоящее время валового оснащения подразделений такими средствами не предусмотрено ввиду отсутствия финансовых средств.

3. Продолжает оставаться актуальным вопрос по внедрению авиационных технологий спасения вдоль автомобильных дорог федерального значения в целях минимизации потерь при дорожно-транспортных происшествиях с тяжкими последствиями.

При создании авиационной группировки вдоль автомобильных дорог необходимо учесть опыт такой работы на трассе М-10 «Россия». Кроме того, требуется пересмотреть штатное расписание пожарно-спасательных подразделений, так как имеющийся штат был рассчитан без учета

дополнительно возникших задач по прикрытие автомобильных дорог и участию в ликвидации последствий ДТП.

4. В регионах с мягким климатом необходимо внедрять технологии применения мотоциклов при реагировании на ДТП.

Примечательно, что, наиболее тяжкие последствия ДТП, с точки зрения реагирования на них и организации работ по ликвидации последствий, наблюдаются в регионах Северо-Кавказского (Республика Дагестан, Карачаево-Черкесская Республика, др.) и Южного (Ростовская область) федеральных округов. Необходимо широко использовать мотоциклетную технику, оснащенную соответствующим оборудованием, тем более, что начальный опыт применения такой техники в Краснодарском крае в МЧС России уже имеется.

5. Предлагается совместно с МВД России и Минздравом России проработать вопрос о включении в программы подготовки водителей обязательной составляющей по их обучению правилам поведения в случае возникновения ДТП с тяжкими последствиями, простейшим приемам и способам оказания помощи пострадавшим до прибытия экстренных служб.

Обязанность по оказанию помощи пострадавшим силами очевидцев и водителей закреплена законодательно (федеральный закон от 25.11.2009 № 267-ФЗ), перечень мероприятий определен приказом Минздравсоцразвития от 17.05.2010 № 353н. При этом такая подготовка практически не осуществляется (либо в инициативном порядке).

Вместе с тем опыт взаимодействия с автошколами и автогородками Главными управлениями МЧС России по субъектам Российской Федерации нарабатан, имеются положительные результаты, возможные к трансляции на все регионы страны. Кроме того, существует современная материально-техническая база. Учитывая универсальность такой учебно-материальной базы, её современное оснащение, методы подготовки, основанные на аудиовизуальной подаче информации и практическом освоении материала, считаем решение этого вопроса целесообразным.

Предложенные к решению вопросы носят комплексный характер, потребуют значительных совместных усилий федеральных органов исполнительной власти (МЧС России, Минфин России, МВД России, Минздрав России), а также значительных бюджетных ассигнований.

Некоторые мероприятия по техническому оснащению подразделений инструментом и техникой предлагается решить за счёт перераспределения в сторону увеличения объёмов бюджетных ассигнований за счёт средств федерального бюджета, выделенных на реализацию ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в Российской Федерации в 2013-2020 годах», в части МЧС России по разделу «Прочие нужды» на втором этапе программы (2015-200 годы).

Для решения вопросов авиационной составляющей потребуются более значительные объёмы финансовых средств. Проект ведомственной целевой программы в МЧС России был разработан в 2009 году.\

В целом, детальная проработка предложенных решений и их комплексная реализация в масштабе страны позволят значительно повысить эффективность системы оказания помощи пострадавшим в ДТП гражданам, минимизировать безвозвратные потери при автоавариях и, как результат, повысить уровень безопасности дорожного движения в Российской Федерации.

ОБУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ И ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ СМЕРТНОСТИ НА АВТОДОРОГАХ РОССИИ

Колеганов С.В., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Дорожно-транспортные происшествия в ряде развитых стран являются основной причиной гибели людей. И среди этих причин есть как технологические – качество дорожного покрытия, неисправности транспортных средств, др., так и антропогенные факторы – грубое нарушение правил дорожного движения, употребление алкоголесодержащих напитков, усталость и невнимательность.

В этой связи, наиболее остро встаёт вопрос качественной профессиональной подготовки подразделений экстренных служб, привлекаемых к ликвидации последствий ДТП, образовательной и пропагандистской деятельности среди населения.

В 2011 году в Российской Федерации произошло 199 868 (+0,2%) ДТП, в результате которых погибло 27 953 (+5,2%) человека, а 251 848 (+0,5%) человек получили ранения (официальные данные ГУОБДД МВД России).

В 2011 году в Российской Федерации произошло 20 251 (-0,1%) ДТП с участием детей в возрасте до 16 лет, в результате которых погибло 944 (+5,1%) ребёнка, а 21 255(+0,5%) детей получили ранения.

Пожарно-спасательными подразделениями в 2011 году осуществлено 155 913 (+21,2%) выездов на ДТП, 123 742 (+250,1%) пострадавшим оказана помощь (из них деблокировано 24 740 человек). Проведено 217 782 работы (технологические операции), среднее время в пути составило 8,9 минуты. Коэффициент реагирования в среднем по стране составил 0,7 (+0,11) или 70% (выезд на 3 ДТП из 4-х).

С учётом изложенного, а также с целью наращивания темпов снижения людских и материальных потерь на дорогах, в Российской Федерации реализуется федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах», одним из государственных заказчиков которой является МЧС России.

Важным программным направлением МЧС России является повышение уровня подготовленности специалистов и населения в области оказания помощи при ДТП.

Одним из ключевых акцентов деятельности МЧС России в данной области является формирование культуры безопасности жизнедеятельности, в том числе безопасному поведению учащихся на улицах и дорогах. Нами уделяется значительное внимание таким процессам, как подготовка школьников (в том числе младших возрастных групп) к действиям при чрезвычайных ситуациях на дорогах.

Так, в 2010 году Министерством совместно с общеобразовательными учреждениями г. Москвы создана городская сетевая экспериментальная площадка по теме: «Разработка системы формирования транспортной культуры обучающихся как фактор успешной профилактики детского дорожно-транспортного травматизма».

Сотрудники МЧС России принимают участие в совместных семинарах с представителями Департамента образования г. Москвы, которые проводятся в образовательных учреждениях с участием детей.

Кроме того, в рамках экспериментальной деятельности с подрастающим поколением проводятся такие мероприятия, как:

- конкурс маршрутных листов «Добрая дорога»;
- экскурсии по микрорайонам г. Москвы «Мой безопасный район»;
- проведение Единых недель «Жизнь в безопасности» в формате эстафеты – игры;
- совместно создаются музейные комнаты, экспонаты, материалы для страниц сайта «Герои МЧС России».

В рамках исследовательской деятельности учащихся по проблеме дорожно-транспортной безопасности и в ходе факультативных научно-практических занятий выявляются потенциально опасные места дорожно-транспортной инфраструктуры микрорайонов, проводится ознакомление школьников со статистикой опасных случаев.

В рамках деятельности экспериментальной площадки проводятся занятия с учащимися образовательных учреждений на базе поисково-спасательных отрядов и пожарных частей г. Москвы. На таких занятиях школьники имеют возможность просмотреть специально подобранные видеофильмы о правилах поведения и действиях в случае ДТП, оказании первой помощи пострадавшим. Важным элементом таких занятий является живое общение со спасателями-практиками, пожарными, медиками. Большой интерес у детей вызывают практические занятия со специальной техникой, спасательным инструментом, оборудованием.

Ежегодно детскими коллективами, занятыми в таком обучении, готовятся и проводятся постановочные концерты с элементами пропаганды культуры безопасного поведения на дорогах в метафорической игровой форме, что способствует повышению интереса младших школьников к указанной деятельности.

В целях наглядного информационного обеспечения процессов обучения школьников, нами разработан комплект тематических плакатов. Кроме того, по заказу и при участии МЧС России разработана и распространена среди

населения в различных регионах страны памятка по оказанию помощи пострадавшим в ДТП.

В рамках экспериментальной деятельности, МЧС России совместно с общеобразовательными учреждениями – участниками эксперимента выпускается газета "Светофор", которая является информационным изданием этого проекта.

В газете публикуются как познавательные материалы для детей и подростков, так и информационные и методические материалы для взрослых, занятых в сфере повседневного обучения и дополнительного образования школьников в области безопасности дорожного движения.

В период выполнения мероприятий ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах» разработан ряд мультимедийных средств обучения – пособий, видеоигр, энциклопедий – в области безопасности дорожного движения, действий очевидцев и ликвидации последствий ДТП, которые прошли апробацию в образовательных учреждениях.

Важным направлением деятельности МЧС России в области образования и пропаганды безопасности дорожного движения является создание единого информационного пространства в области ликвидации последствий ДТП, как традиционными методами, так и с использованием современных информационных технологий.

С этой целью создан и поддерживается в актуальном состоянии информационно-образовательный портал по современным формам, методам и приёмам спасения пострадавших в ДТП, функционирующий в сети Internet. На портале размещаются аналитические, обучающие материалы, нормативные и методические документы, медиа файлы.

С целью организации качественной подготовки специалистов экстренных служб в рамках выполнения мероприятий федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах» в 2010 году в г. Ногинск Московской области открыт первый «Учебно-тренировочный комплекс по подготовке спасателей к действиям при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий».

Данный комплекс имеет в своём составе несколько специально оборудованных учебных аудиторий различной направленности: по ведению аварийно-спасательных работ, по разборке транспортных средств, по оказанию первой помощи и др.

Кроме того созданы 10 натуральных площадок для отработки практических навыков: от автобусной остановки до туннелей метрополитена и акваторий с переправами, которые максимально приближены к реальным условиям.

В настоящее время идёт строительство аналогичных комплексов в других регионах.

Так, в 2011 году оснащены необходимой методической литературой, тренажерами и ПК учебные классы в Дальневосточном (г. Хабаровск) и Южном (г. Ростов – на Дону) регионах. В 2012 г. вводится в эксплуатацию учебно-тренировочный комплекс в Северо-Кавказском регионе.

Увеличивая тем самым ежегодную пропускную способность к обучению, охватывая практически всю территорию страны, мы рассчитываем на дополнительный подъём уровня подготовки специалистов, причём повсеместно, а не только в крупных городах и регионах.

Уровень подготовки и взаимодействия экстренных служб федеральных органов исполнительной власти, функциональных подсистем РСЧС постоянно совершенствуется в рамках проведения совместных тактико-специальных учений на различных уровнях: федеральном, региональном и муниципальном, по итогам которых проводится аналитическая работа, составляются отчёты и готовятся рекомендации к дальнейшему совершенствованию взаимодействия служб экстренного реагирования.

С 2010 года в рамках международного салона «Комплексная безопасность» на ВВЦ проводятся «Всероссийские соревнования по оказанию помощи пострадавшим в ДТП среди подразделений МЧС России»

К соревнованиям также привлекаются специалисты Центра медицины катастроф. Данное мероприятие доказало свою значимость в деле подготовки специалистов экстренных служб и обязательно будет продолжено в последующие годы.

Главные управления МЧС России получают помощь в виде наглядно-методических пособий, информационных сборников, современных мультимедийных продуктов обучения.

Одним из направлений деятельности территориальных органов МЧС России в области совершенствования системы спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях является организация взаимодействия с государственными и негосударственными учреждениями субъектов Российской Федерации в части заключения соглашений о сотрудничестве, а также организации в автошколах и автогородках уголков спасателя, оборудовании стендов первичных средств оказания помощи пострадавшим в ДТП, натуральных площадок (с использованием макетов аварийных транспортных средств) и проведении занятий со специалистами и категорией водителей и участников дорожного движения.

По состоянию на 1 января 2012 года, в целом по Российской Федерации, территориальными органами МЧС России оборудовано 642 автогородка.

В 2011 году в целом по Российской Федерации, территориальными органами МЧС России заключены соглашения о сотрудничестве, организованы уголки спасателя и пожарного, либо проводятся дополнительные занятия с категориями водителей с 2 636 автошколами государственной и негосударственной форм собственности.

В заключении следует отметить, что МЧС России реализует комплекс мероприятий, направленных на повышение уровня образования населения и подготовки специалистов в области предупреждения и ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий. Комплексный подход – от обучения младших возрастных групп до профессиональных специалистов экстренных служб, реагирующих на ДТП с максимальным организационно-методическим и техническим обеспечением в целом позволяет нам соблюдать

те принципы, на которых строится общая концепция безопасности дорожного движения:

1. Дорожные инциденты можно и следует предупреждать на самой ранней стадии.

2. В случае возникновения дорожно-транспортного происшествия – участники и специалисты должны быть максимально подготовлены для снижения его негативного влияния на жизнь и здоровье граждан, минимизацию ущерба.

Вместе с тем, технический и технологический прогресс, высокие темпы автомобилизации нашей страны в условиях менее развивающейся соответствующей инфраструктуры обязывают нас не только не останавливаться на достигнутом, но и повышать уровень проработки данных вопросов.

Таким образом, в области повышение уровня образования населения и подготовки специалистов в области предупреждения и ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий необходимо:

1. Продолжать осуществлять комплекс мероприятий, направленный на информирование и обучение населения всех возрастных категорий в области безопасности дорожного движения, приёмов оказания помощи при дорожно-транспортных происшествиях.

2. Продолжать работу по обеспечению устройства детских автогородков (автодромов, автоплощадок) с организацией на их базе обучающих и информационных стендов по действиям и простейшим приёмам и способам оказания помощи гражданам, пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях.

3. Для специалистов экстренных служб внедрять научно-обоснованные формы и методы обучения во взаимодействии с заинтересованными в сотрудничестве органами власти, некоммерческими организациями.

О ПРИМЕНЕНИИ БЕСПИЛОТНЫХ САМОЛЕТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЖАРОВ ТОРФЯНИКОВ

Кулаков О.В. к.т.н., доцент, Райз Е.М.

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

В Украине разведано 1562 торфяных месторождений с общими запасами 1853 млн. т, их общая площадь составляет 639,5 тыс. га [1]. Наибольшие ресурсы торфа сосредоточены в северных регионах страны (на Полесье) – в Волынской, Ровенской, Сумской, Черниговской и Житомирской областях.

Пожары торфяников возникают ежегодно. Например, летом засушливого 2010 года горели торфяники в Киевской области на площади более 15 га [2]. Для наблюдения за противопожарным состоянием торфяников возможно использование летательных аппаратов, в том числе беспилотных (БПЛА) [3]. Преимуществом БПЛА над пилотируемыми самолетами является возможность старта с необорудованных площадок небольших размеров. Это позволяет реализовать региональное расположение таких самолетов без дополнительной подготовки мест базирования.

БПЛА является системой для решения, прежде всего, военных задач, но может применяться во всех сферах, где необходимы наблюдение и сбор информации. БПЛА выпускаются украинскими (например, [4]) и иностранными производителями.

Для определения границ пожара торфяника целесообразно использование бортовой тепловизионной техники, например системы Star Safire II [5]. Основные технические характеристики системы Star Safire II: размеры – 445x383 мм; вес – 44,5 кг; угол визирования по азимуту – 360°; угол визирования по тангажу – +30°-120°; максимальная скорость воздушного потока – 750 км/час; поле зрения (гор. х верт.) – широкое 25,2°x18,8°, среднее 3,4°x2,6°, узкое 0,8°x0,6°; разрешение – 640x480.

Рассмотрим возможность применения БПЛА, оборудованного системой Star Safire II, для мониторинга пожара торфяника.

Пожар торфяника может достигать больших размеров (десятки гектар). Поэтому необходимо выбрать траекторию полета БПЛА с установленной тепловизионной системой для быстрого определения границ пожара торфяника.

При наличии внешних признаков горения (например, дыма) запуск БПЛА целесообразен непосредственно в направлении пожара. После нахождения тепловизионной системой изменения температуры земной поверхности, предлагается траектория полета БПЛА по Архимедовой спирали (рис. 1,а). Архимедова спираль – кривая, которую описывает точка при ее равномерном движении со скоростью v по лучу, который равномерно вращается с постоянной угловой скоростью ω в плоскости вокруг полюса [6]. Уравнение Архимедовой спирали в полярных координатах имеет вид

$\rho = k \cdot \varphi$, где k – сдвиг точки при ее движении по лучу при повороте на угол, равный одному радиану. Повороту прямой на угол $2 \cdot \pi$ соответствует сдвиг $a = 2 \cdot k \cdot \pi$, где a – шаг спирали. Тогда уравнение Архимедовой спирали $\rho = \frac{a}{2\pi} \cdot \varphi$. Площадь фигуры, ограниченная первым витком спирали, $S = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot a^2$

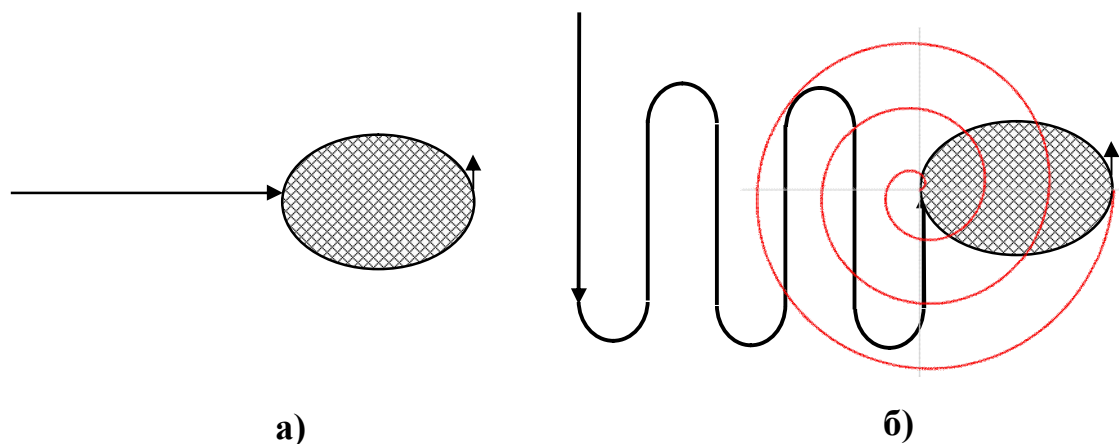


Рис. 1 – Траектория полета БПЛА (штрихом обозначено площадь пожара торфяника)

Ширина полосы наблюдения (шаг Архимедовой спирали) определяется из геометрических соображений по формуле $a = 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$ (рис. 2).

Например, для БПЛА «Стрепет-С»: крейсерская скорость – $v_1 = 170$ км/час, оптимальная высота полета – $h = 2000$ м [4]. При широком горизонтальном поле зрения ($\gamma = 25,2^\circ$) системы Star Safire II на оптимальной высоте полета ширина полосы наблюдения $a = 892$ м; траектория полета БПЛА определяется формулой $\rho = \frac{892}{2 \cdot \pi} \cdot \varphi$; площадь фигуры, ограниченной первым витком спирали $S \approx 83,3$ га. Полет по такой траектории позволяет грубо определить границу большого пожара торфяника.

При среднем горизонтальном поле зрения ($\gamma = 3,4^\circ$) системы Star Safire II на оптимальной высоте полета ширина полосы наблюдения $a = 119$ м; траектория полета БПЛА определяется формулой $\rho = \frac{119}{2 \cdot \pi} \cdot \varphi$; площадь фигуры, ограниченной первым витком спирали $S \approx 1,4$ га. Полет по такой траектории позволяет определить границу пожара торфяника с достаточной точностью.

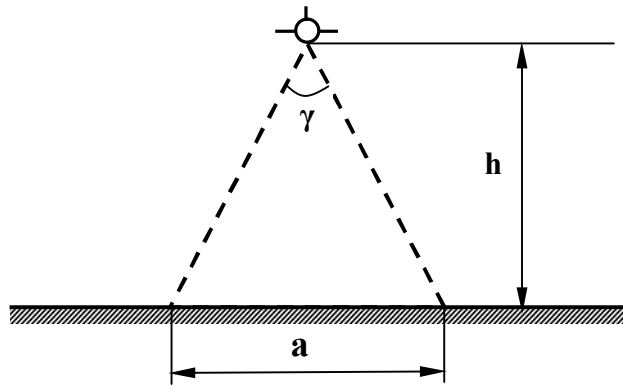


Рис. 2 – Полоса наблюдения БПЛА: h – высота полета БПЛА, a – ширина зоны наблюдения (равна шагу Архимедовой спирали), γ – горизонтальное поле зрения тепловизионной системы

При узком горизонтальном поле зрения ($\gamma = 0,8^\circ$) системы Star Safire II на оптимальной высоте полета ширина полосы наблюдения $a = 28 \text{ м}$; траектория полета БПЛА определяется формулой $\rho = \frac{28}{2 \cdot \pi} \cdot \varphi$; площадь фигуры, ограниченной первым витком спирали $S \approx 0,08 \text{ га}$. Полет по такой траектории целесообразен для уточнения границ пожара торфяника.

Список литературы

1. Торф и сапропель Украины [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.photoukraine.com/russian/articles?id=137/>.
2. Возле Киева горит торф и трава. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://now-inform.com/news/24/>.
3. Чорний С.В. Обґрунтування радіусу дії безпілотного літака пошуково-рятувальної служби / С.В. Чорний, О.В. Кулаков, В.М. Акулов, Ю.М. Райз // Проблеми надзвичайних ситуацій: Сб. науч. тр. УЦЗ України. – Харьков: Фолио, 2008. – Вып. 8. – С. 7-12.
4. БПЛА "Стрепет" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kavr.com.ua/ru/service?id=18>.
5. Тепловизионная система Star Safire II [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pergam.org/equipment/view/aviagio/441/>.
6. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. – Москва: Наука, 1964. – 608 с.

О НОВЫХ ПОДХОДАХ К ПРОВЕДЕНИЮ МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОМПЛЕКСНОЙ МАСКИРОВКЕ ОБЪЕКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ

**Курличенко И.В., к.т.н.,
Близнюк М.С., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва**

В настоящее время в Российской Федерации решение вопросов ведения одной из задач гражданской обороны – проведение мероприятий по световой маскировке и другим видам маскировки в нормативном правовом плане не имеет системного характера, а представлено общими положениями и формулировками в постановлениях, приказах и распоряжениях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления.

Основными нормативными правовыми актами Российской Федерации, регламентирующими вопросы маскировки, являются:

Постановление Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2007 г. № 804 «Об утверждении Положения о гражданской обороне в Российской Федерации» п. 11 [1];

Приказ МЧС России от 14 ноября 2008 г. № 687 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в муниципальных образованиях и организациях» п. 15.5 [2];

Приказ МЧС России от 9 августа 2010 г. № 381 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по надзору за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также должностными лицами и гражданами установленных требований в области гражданской обороны» п. 4 [3].

В рамках реализации постановления Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2007 г. № 804 [1] была организована работа по созданию и корректировке положений по гражданской обороне в федеральных органах исполнительной власти, органах исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органах местного самоуправления. В данные положения были включены, в том числе первоочередные мероприятия по маскировке, однако анализ показал, что данные мероприятия не учитывают специфики федеральных органов исполнительной власти и практически скопированы из постановления Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2007 г. № 804.

В системе «Гарант» выявлены 15 нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, утверждающих положения по

ведению гражданской обороны, в которых регламентированы вопросы по ведению маскировки.

Основными нормативно-техническими документами, регламентирующими вопросы маскировки, являются:

Строительные нормы и правила СНиП 2.01.53-84 «Световая маскировка населенных пунктов и объектов народного хозяйства» (утв. постановлением Госстроя СССР от 24 сентября 1984 г. № 167) [4];

Строительные нормы и правила СНиП 2.01.51-90 «Инженерно-технические мероприятия ГО» [5];

Свод правил по проектированию и строительству СП 11-107-98 «Порядок разработки и состав раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» проектов строительства» (утвержден приказом МЧС РФ от 31 марта 1998 г. № 211) п. 5.4 [6].

Все вышеуказанные документы в целом не отвечают уровню развития современных средств вооруженной борьбы и не обеспечивают минимальных параметров защиты объектов, на которых должны быть реализованы мероприятия по маскировке.

Основными методическими документами, в которых в той или иной степени раскрываются вопросы проведения мероприятий по маскировке, являются:

Методические рекомендации по составлению раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» проектов строительства предприятий, зданий и сооружений (На примере проектов строительства автозаправочных станций) МДС 11-16.2002 (утв. МЧС России 12 сентября 2001 г.) п. 5.2;

Методические рекомендации по проведению экспертизы технико-экономических обоснований (проектов) на строительство предприятий, зданий и сооружений производственного назначения МДС 11-4.99 (утв. Главгосэкспертизой Российской Федерации 15 января 1997 г.) п. 2.9.3;

Методические рекомендации по проведению экспертизы технико-экономических обоснований (проектов) на строительство объектов жилищно-гражданского назначения (утв. Главгосэкспертизой Российской Федерации 15 января 1997 г.) п. 2.6.3.

В ряде субъектов Российской Федерации утверждены методические рекомендации по маскировке территорий и объектов, однако в целом это касается простейших средств маскировки, не обеспечивающих приемлемый уровень защиты объектов от средств высокоточного оружия противника.

Таким образом, анализ проблемы ведения мероприятий по маскировке на территории Российской Федерации показал:

решение данной задачи в нормативном правовом и методическом плане не обеспечено;

продолжается тенденция снижения возможностей военно-воздушных сил и противовоздушной обороны по прикрытие территорий и объектов, наращиваются возможности современных средств поражения противника;

наблюдается незаинтересованность органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций в выделении финансовых ресурсов на ведение маскировочных мероприятий;

не проводится сравнительный анализ эффективности осуществления комплексной маскировки и прикрытие объектов экономики и инфраструктуры системами объектовой противовоздушной обороны и авиацией;

отсутствуют системы комплексной оценки параметров маскировки территорий и объектов.

Для противодействия современным системам высокоточного оружия необходима разработка не менее технически совершенных автоматизированных систем маскировки объектов и территорий с интеграцией их с системой раннего предупреждения о ракетном нападении Министерства обороны Российской Федерации.

Вместе с тем, считаем, что задача гражданской обороны – проведение мероприятий по световой маскировке и другим видам маскировки, должна оставаться одной из основных задач гражданской обороны, однако требует изменения формулировки.

Предлагается новая редакция данной задачи - проведение мероприятий по комплексной маскировке территорий и объектов, при этом ее основными мероприятиями будут являться:

световая маскировка – осуществляется во всех населенных пунктах, на отдельно расположенных объектах экономики и инфраструктуры в темное время суток;

световая и другие виды маскировки – должна проводиться на территориях, отнесенных к группам по гражданской обороне и в населенных пунктах, с расположенными на их территориях организациями, отнесенными к категориям по гражданской обороне, предусматривает маскировку объектов организаций и инфраструктуры населенных пунктов при проведении как определенных мероприятий по гражданской обороне, так и с целью обеспечения защиты объектов, продолжающих работу (функционирование) в военное время, основное предназначение - противодействие их обнаружению, ведению целеуказания и выводу их из строя (срыву сроков проведения мероприятий гражданской обороны);

комплексная маскировка территорий – должна проводиться в зонах вероятного пролета средств доставки и средств поражения к целям (объектам вероятного поражения), основное предназначение – изменение (скрытие и создание ложных) ориентирных указателей территорий, в целях снижения точности наведения средств доставки и поражения на цели;

комплексная маскировка объектов организаций – должна проводиться на территории объекта организации и (или) прилегающей территории, и

предусматривает весь комплекс маскировочных мероприятий, обеспечивающих снижение демаскирующих параметров объектов и прилегающих ориентирных указателей территории (в оптическом, радиолокационном, тепловом (ИК) спектрах, снижение параметров вибрационной и гравитационной «заметности», а также мероприятий по ввозу/вывозу людей, оборудования и материалов).

Объектом организации, подлежащему проведению комплексной маскировки, будет являться объект, продолжающий функционировать в военное время и имеющий высокую вероятность воздействия по нему современными средствами поражения вероятного противника.

Территориями комплексной маскировки будут являться зоны вероятного пролета средств доставки и средств поражения к целям (объектам вероятного поражения), которые определяются органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и согласовываются с органами военного управления Вооруженных сил Российской Федерации. На вышеуказанных территориях совместно с органами военного управления организуется взаимодействие по мероприятиям, составу оборудования и порядку его функционирования при проведении комплексной маскировки территории.

Планирование и ведение мероприятий должно осуществляться:

световой маскировки – для населенных пунктов и отдельно расположенных объектов экономики и инфраструктуры, мероприятия предлагается разрабатывать и вести на уровне органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций в составе комплексных планов маскировки соответствующих уровней;

световой и других видов маскировки – для территорий, отнесенных к группам по гражданской обороне, мероприятия предлагается разрабатывать и вести на уровне органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций в составе комплексных планов маскировки соответствующих уровней;

комплексной маскировки территорий – для территорий являющихся вероятными для пролета средств доставки и поражения к целям, планирование и реализацию данных мероприятий предлагается реализовать в составе планов инженерного оборудования территорий на военное время, реализуемых органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации с координацией усилий МЧС России с Министерством Обороны Российской Федерации, обеспечивающих своевременное срабатывание систем маскировки при угрозе нападения противника;

комплексной маскировки объектов организаций – на территории организации и прилегающей территории (по согласованию ее параметров с органами местного самоуправления) силами самих организаций и координацией усилий МЧС России совместно с Министерством Обороны Российской Федерации, по оповещению сил гражданской обороны организаций о нападении.

Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2007 г. № 804 «Об утверждении Положения о гражданской обороне в Российской Федерации» п. 11;
2. Приказ МЧС России от 14 ноября 2008 г. № 687 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в муниципальных образованиях и организациях» п. 15.5;
3. Приказ МЧС России от 9 августа 2010 г. № 381 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по надзору за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также должностными лицами и гражданами установленных требований в области гражданской обороны» п. 4;
4. Строительные нормы и правила СНиП 2.01.53-84 «Световая маскировка населенных пунктов и объектов народного хозяйства» (утв. постановлением Госстроя СССР от 24 сентября 1984 г. № 167);
5. Строительные нормы и правила СНиП 2.01.51-90 «Инженерно-технические мероприятия ГО»;
6. Свод правил по проектированию и строительству СП 11-107-98 «Порядок разработки и состав раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» проектов строительства» (принят приказом МЧС РФ от 31 марта 1998 г. № 211) п. 5.4.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРОВ

**Мальцев А.С., к.т.н., Складчикова Ю.В., к.т.н.,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России**

Ежегодно в России пожары уносят жизни не менее двенадцати тысяч человек. Горят жилые дома, производственные помещения, школы, интернаты для престарелых и одиноких людей и т.д. Это обуславливает необходимость создания системы предупреждения и прогнозирования пожаров, позволяющей повысить эффективность мероприятий по профилактике пожаров (подсистема предупреждения пожаров) и борьбе с ними (подсистема противопожарной защиты). Прогнозирование пожаров возможно только на основе решения задач мониторинга.

Мониторинг, в широком смысле, - деятельность по наблюдению за определенными объектами или явлениями. Под мониторингом пожарной безопасности предлагается понимать систему контроля и регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени:

- за показателями обстановки с пожарами;
- факторами, обуславливающими формирование и развитие пожарных и экологических рисков;
- своевременной разработкой и реализацией мероприятий по снижению риска пожаров;
- эффективностью проводимых по определенной программе профилактических мероприятий по снижению риска пожаров и наносимого ими материального и экологического ущерба.

Мониторинг должен являться результатом взаимодействия всех подсистем системы обеспечения пожарной безопасности (СОПБ). При проведении мониторинга должен действовать принцип непрерывности наблюдения за состоянием объекта с учетом фактического состояния и тенденций изменения обстановки с пожарами, а также действия различных факторов. Необходимо также соответствующее методическое, организационное, информационное и техническое обеспечение проведения мониторинга.

Из предложенного выше определения мониторинга пожарной безопасности следует, что его целями являются своевременное выявление факторов, влияющих на обстановку с пожарами и характер ее развития, выработка управленческих решений и принятие мер по предотвращению пожаров и снижению наносимого ими ущерба. С учетом этого основными задачами системы мониторинга должны быть:

- оперативный сбор информации об обстановке с пожарами;
- обработка и анализ информации, оценка обстановки с пожарами;
- прогнозирование параметров обстановки с пожарами на основе оперативной фактической информации и прогнозных данных;

- выявление тенденций и направлений изменения показателей обстановки с пожарами (разработка сценариев развития ситуации);
- прогнозирование последствий воздействия различных факторов на СОПБ региона (главным образом на подсистемы предупреждения пожаров и противопожарной защиты), а также на состояние пожарной безопасности объектов производственного и социального назначения;
- создание специализированных информационных систем, банка статических данных о пожарах, а также других средств программного обеспечения;
- системно-аналитическое изучение сложившейся обстановки с пожарами и предоставление исходного материала для обоснованной разработки целевых мероприятий по управлению пожарными и экологическими рисками на уровне отдельных предприятий и административно-территориальных единиц;
- разработка и оценка эффективности мероприятий по профилактике пожаров и снижению наносимого ими материального и экологического ущерба;
- получение и накопление данных о результатах научных исследований и передовом опыте в области предупреждения и тушения пожаров.

Мониторинг пожарной безопасности включает в себя элементы регионального и локального мониторинга. Региональный мониторинг - наблюдение за изменением уровня пожарной безопасности на всей территории региона, локальный - контроль за пожарной безопасностью конкретных объектов.

Проведение мониторинга включает в себя:

1. Идентификацию объекта мониторинга.
2. Формирование совокупности показателей оценки состояния пожарной и экологической безопасности в регионе и отдельных объектов с учетом специфики их функционирования и влияния различных факторов.
3. Сбор и подготовку информации, характеризующей состояние объекта мониторинга.
4. Выявление факторов, определяющих обстановку с пожарами.
5. Моделирование состояния пожарной и экологической безопасности и формирование сценариев ее изменения на отдельных предприятиях и на территории АТЕ в целом.
6. Расчет показателей пожарной и экологической обстановки на прогнозируемый период.
7. Анализ показателей пожарной и экологической обстановки.
8. Разработку предложений по повышению пожарной безопасности объектов производственного и социального назначения, совершенствованию управления СОПБ на региональном уровне.

Систему мониторинга состояния пожарной безопасности состоит из следующих подсистем: управления, обработки и хранения информации;

анализа и оценки информации; прогнозирования (рис. 1). Предлагаемая система мониторинга обеспечивает решение всех указанных выше задач.

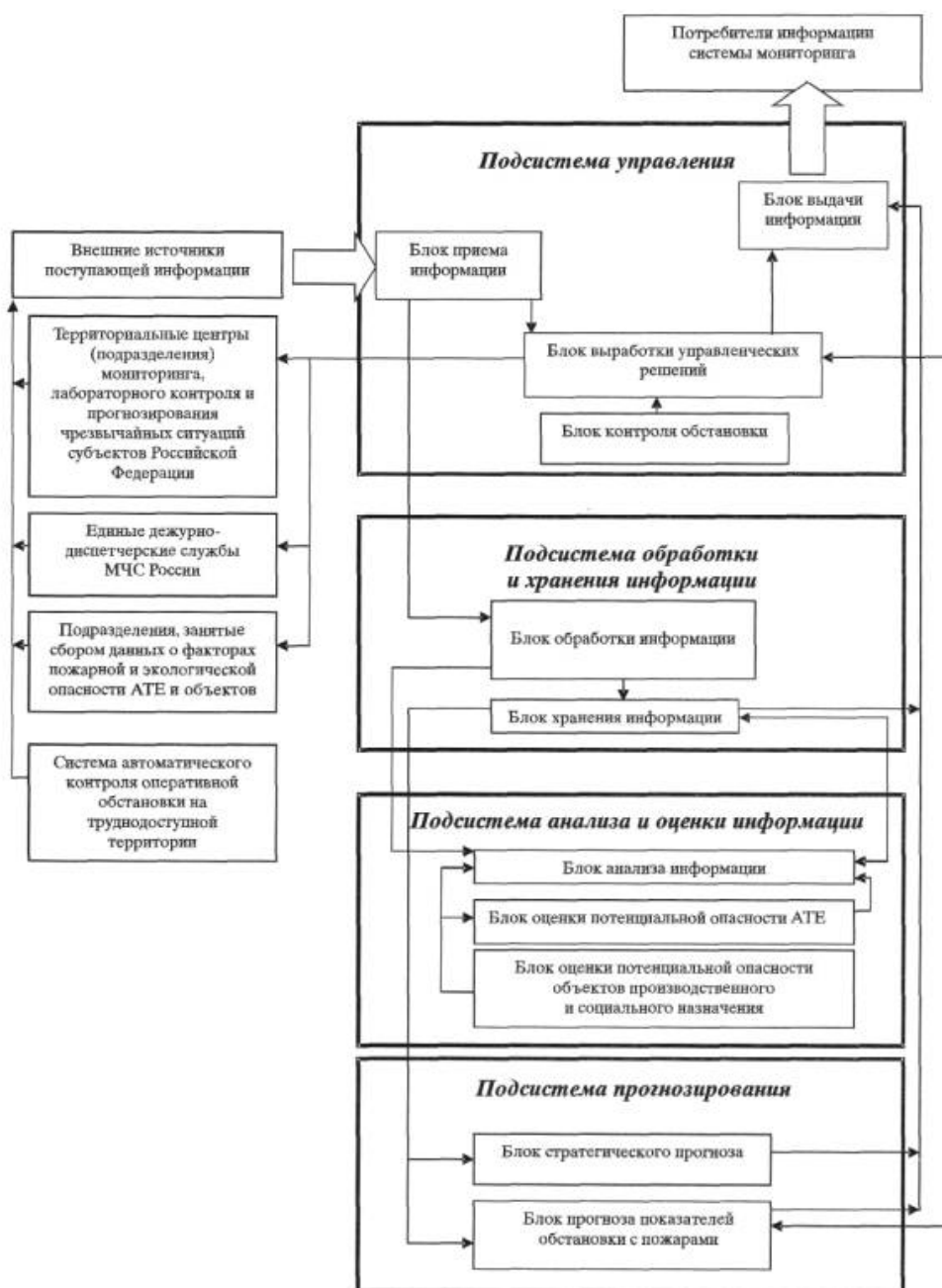


Рис. 1. Система мониторинга пожарной и экологической безопасности

Таким образом, система мониторинга представляет собой информационную систему комплексной оценки состояния пожарной безопасности в регионе, определения направлений решения задач противопожарной защиты объектов производственного и социального назначения и населения, проживающего на этой территории.

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Работкина О.Е. д.т.н., доцент, Попов Н.И., старший преподаватель
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

В настоящее время проблема обеспечения безопасности жизнедеятельности становится все более актуальной. Наше общество начинает осознавать, что дальнейшее развитие человечества и технический прогресс требуют от каждого человека более высокого уровня знаний и культуры в указанной области. Постепенно формируется потребность в организации целенаправленного непрерывного обучения граждан основам безопасного поведения с целью снижения отрицательного влияния так называемого человеческого фактора во всех сферах жизнедеятельности.

Эти вопросы имеют большое значение для нашей страны в целом и города Воронежа в частности, так как Россия в настоящее время находится на новом этапе своего исторического развития: реформируются основы государственного устройства и управления, осуществляется процесс переоценки национальных ценностей и согласования интересов личности, общества и государства, совершенствуются социально-экономические и политические связи и отношения. В обществе изменяются подходы к обеспечению национальной безопасности, что позволяет по-новому рассматривать место и роль России в современном мире.

Техногенные опасности и угрозы человечество ощутило и осознало несколько позже, чем природные. Лишь с достижением определенного этапа развития техносферы в жизнь человека вторглись техногенные бедствия, источниками которых являются аварии и техногенные катастрофы. Опасность техносферы для населения и окружающей среды обусловлена наличием в промышленности, энергетике и коммунальном хозяйстве большого количества радиационно, химически, биологически, пожаро- и взрывоопасных технологий и производств. Таких производств только в России насчитывается около 45 тыс. Возможность возникновения аварий на них в настоящее время усугубляется высокой степенью износа основных производственных фондов, невыполнением необходимых ремонтных и профилактических работ, падением производственной и технологической дисциплины.

Только из радиационно-опасных объектов в России действует 10 атомных электростанций (АЭС), 113 исследовательских ядерных установок, 12 промышленных предприятий топливного цикла, 8 научно-исследовательских организаций, работающих с ядерными материалами, 9 атомных судов с объектами их обеспечения, а также около 13 тыс. других предприятий и организаций, осуществляющих свою деятельность с использованием радиоактивных веществ и изделий на их основе. Практически все АЭС расположены в густонаселенной европейской части страны. В их 30-километровых зонах проживает более 4 млн человек. Кроме

того, большую опасность для населения представляет система утилизации ядерных отходов, получаемых на этих объектах.

Основные причины техногенных аварий и катастроф заключаются в следующем:

- возрастает сложность производств, часто это связано с применением новых технологий, требующих высоких концентраций энергии, опасных для жизни человека веществ и оказывающих сильное воздействие на компоненты окружающей среды;
- уменьшается надежность производственного оборудования и транспортных средств в связи с высокой степенью износа;
- нарушение технологической и трудовой дисциплины, низкий уровень подготовки работников в области безопасности.

Кроме того, иногда причинами ряда аварий и техногенных катастроф являются различные опасные природные процессы и явления.

Предотвратить большинство чрезвычайных ситуаций природного характера практически невозможно. Однако существует ряд опасных природных явлений и процессов, негативному развитию которых можно воспрепятствовать. Это может быть выполнено проведением мероприятий по предупреждению градобитий, заблаговременному спуску лавин и сбрасыванию селевых озер, образовавшихся в результате завалов русел горных рек. К мерам по предотвращению таких ситуаций могут быть отнесены также локализация или подавление природных очагов инфекций, вакцинация населения и сельскохозяйственных животных.

В техногенной сфере работу по предотвращению аварий ведут в соответствии с их видами на конкретных объектах. В качестве мер, снижающих риск возможных ЧС, наиболее эффективными являются совершенствование технологических процессов; повышение качества технологического оборудования и его эксплуатационной надежности; своевременное обновление основных фондов; использование технически грамотной конструкторской и технологической документации, высококачественного сырья, материалов и комплектующих изделий; наличие квалифицированного персонала, создание и применение передовых систем технологического контроля и технической диагностики, безаварийной остановки производства, локализации и подавления аварийных ситуаций и многое другое.

Одним из направлений эффективного уменьшения масштабов чрезвычайных ситуаций является строительство и использование защитных сооружений различного назначения. К ним следует отнести гидротехнические защитные сооружения, предохраняющие водотоки и водоемы от распространения радиоактивного загрязнения, а также сооружения, защищающие сушу и гидросферу от некоторых других поверхностных загрязнений. Плотины, шлюзы, насыпи, дамбы и укрепление берегов используют для защиты от наводнений. Важная роль в деле снижения ущерба окружающей природной среде отведена коммунальным и промышленным очистным сооружениям. Для уменьшения негативного

воздействия оползней, селей, обвалов, осыпей и лавин в горной местности применяют защитные инженерные сооружения на коммуникациях и в населенных пунктах. Для смягчения эрозивных процессов используют защитные лесонасаждения. Для защиты персонала объектов экономики и населения от опасностей военного времени, а также от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера используются защитные сооружения гражданской обороны.

Одним из направлений уменьшения масштабов чрезвычайных ситуаций является проведение мероприятий по повышению физической стойкости объектов во время стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф. К этим мероприятиям, прежде всего, следует отнести сейсмостойкое строительство в сейсмоопасных районах и сейсмоукрепление на этих территориях зданий и сооружений, построенных ранее без учета сейсмичности, а также повышение физической стойкости особо важных объектов, защита уникального оборудования, культурных, исторических, государственных ценностей, резервов наиболее важных ресурсов.

Эффективно содействует уменьшению масштабов чрезвычайных ситуаций (особенно в части потерь) создание и применение систем оповещения населения, персонала и органов управления, прежде всего системы централизованного оповещения на федеральном, региональном, территориальном, местном и объектовом уровнях. Благодаря этой системе можно в кратчайшие сроки оповестить об опасности большую часть населения страны или отдельных территорий. Своевременное оповещение позволяет принять меры по защите населения и тем самым снизить потери. На потенциально опасных объектах функционируют локальные системы оповещения, управляемые дежурным персоналом объекта или специалистами централизованной системы оповещения города. Задачей локальной системы оповещения является своевременное оповещение об опасности людей, проживающих вблизи потенциально опасного объекта. На случай, если дежурный персонал не сможет своевременно привести в действие систему оповещения, создают локальные или объединенные автоматизированные системы обнаружения опасных природных и техногенных факторов и оповещения о них. Такие автоматизированные системы контроля радиационной обстановки уже применяются на некоторых отечественных АЭС.

Здесь мы пришли к выводу, что одним из важнейших мероприятий по предупреждению возникновения и развития чрезвычайных ситуаций, прежде всего техногенного характера, является обучение производственного персонала в области гражданской защиты и повышение технологической и трудовой дисциплины.

Список литературы

1. Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика // В.А. Владимиров, Ю.Л. Воробьев, Г.Г. Малинецкий и др. – М.: Наука, 2000. – 432 с.
2. Катастрофы и общество. – М.: Контакт-Культура, 2000. – 332 с.
3. Глобальные проблемы как источник чрезвычайных ситуаций. – М.: УРСС, 1998.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ НА РУБЕЖЕ XXI ВЕКА

**Работкина О.Е. д.т.н., доцент, Попов Н.И. старший преподаватель
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Наступивший XXI век будет переломным этапом истории, когда на смену традиционным противоречиям в сфере производственных отношений придут принципиально новые – в сфере отношений человек–природа–ресурсы. Одно из проявлений новых противоречий – стремительный рост природных, технических и экологических катастроф, которые грозят превратиться в чудовищный механизм самоуничтожения самого человека и всего созданного им на Земле.

Природные катастрофы являются источником глубочайших социальных потрясений, вызывая массовые страдания и гибель людей, принося огромные материальные потери. Анализ имеющихся данных позволяет говорить о тенденциях роста количества природных катастроф в мире в ушедшем столетии и глобальных процессах, лежащих в основе этого роста. Борьба с природными катастрофами должна основываться на принципах прогнозирования и предупреждения и являться важным элементом государственной стратегии устойчивого развития.

Каждое поколение людей решало свою стратегическую задачу. Человечество в XXI веке будет решать принципиально новую и совершенно нетривиальную задачу – выживание в условиях существенного изменения демографических тенденций. Уже сейчас ясно, что огромные усилия будут направлены на преодоление кризисных ситуаций с продовольствием, ресурсами, загрязнением окружающей среды, природными и техническими катастрофами.

В одной из своих работ В.И. Вернадский писал: «Земная поверхностная оболочка не может рассматриваться как область только вещества, это область энергии». Действительно, на поверхности Земли и в прилегающих к ней слоях атмосферы идет развитие множества сложнейших физических, физико-химических и биохимических процессов,

сопровождающихся обменом и взаимной трансформацией различных видов энергии. Источником энергии являются процессы реорганизации вещества, происходящие внутри Земли, физические и химические взаимодействия ее внешних оболочек и физических полей, а также гелиофизические воздействия. Эти процессы лежат в основе эволюции Земли и ее природной обстановки, являясь источником постоянных преобразований облика нашей планеты – ее геодинамики. Человек не в состоянии приостановить или изменить ход эволюционных трансформаций, он может только прогнозировать их развитие и в некоторых случаях оказывать влияние на их динамику.

Геодинамические процессы внутри Земли, на ее поверхности и в прилегающих слоях атмосферы вызывают развитие таких опасных явлений как землетрясения, извержения вулканов, цунами, оползни, сели, наводнения, циклоны, ураганы и др.

В 1988 г. в Научном центре по эпидемиологическим катастрофам (CRED), расположенном в Брюсселе, началась работа по составлению базы данных и изучению природных катастроф в различных частях мира. В банк данных включались только крупные катастрофы, в которых погибло не менее 10 или пострадало не менее 100 чел.

Собранная бельгийским центром информация послужила основой для анализа природных катастроф в мире связанных только с семью наиболее распространенными природными опасностями: землетрясениями, наводнениями, тайфунами и штормами, засухами, извержениями вулканов, экстремальными температурами (заморозки, гололед, суховеи), оползнями. Последние три явления объединены в одну группу, названную «другие природные катастрофы».

Анализ данных позволяет говорить об определенных тенденциях в развитии природных опасностей в мире. В мире отмечается закономерный рост количества природно-катастрофических явлений.

Важнейшая опасная тенденция развития природных катастроф на Земле – снижение защищенности людей и техносферы.

Последствия природных катастроф тесно связаны с социально-экономическими факторами. Продолжающийся рост бедности в развивающихся странах – одна из причин повышения уязвимости человеческого общества для этих бедствий.

Увеличение количества природных катастроф в мире связано с рядом глобальных процессов в социальной, природной и техногенной сферах, которые стимулируют развитие опасных природных явлений и снижение защищенности людей на Земле. Ускоренный рост критических ситуаций, связанных с природными явлениями, обусловлен не только увеличением

человеческой популяции, но и ростом техногенных воздействий на окружающую природную среду.

Эпоха научно-технического прогресса и глобального техногенеза ознаменовалась началом климатических изменений, связанных с повышением температуры на Земле. Начиная примерно с 1860 г. – времени первых инструментальных замеров приземной температуры воздуха, – вплоть до настоящего времени отмечается постепенный рост температуры. По данным Всемирной метеорологической организации, глобальное повышение температуры в 1860–1998 гг. составило около 0,8 °С. При этом рост температуры все эти годы шел неравномерно.

Дальнейшее потепление климата может вызвать катастрофические процессы глобального характера. Одна из наиболее серьезных опасностей, которая может проявиться, – повышение уровня мирового океана в связи с таянием ледовых покровов в Гренландии и высокогорных ледников. По расчетам, наиболее вероятное повышение уровня мирового океана к 2030 г. составит 14–24 см, то есть ожидается, что уровень океана будет подниматься в начале XXI века в 5–10 раз быстрее, чем в предыдущем столетии. Максимальная величина подъема уровня океана к 2030 г. ожидается около 60 см, а минимальная – 5 см.

Даже реализация умеренного прогноза подъема уровня океана может привести в ряде стран к затоплению и подтоплению низменных прибрежных территорий, увеличению частоты наводнений и площади затопляемой территории, активизации береговой эрозии, разрушению сооружений береговой защиты, усилению волновых нагонов и т.д.

Борьба за уменьшение ущерба от природных катастроф должна быть важным элементом государственной стратегии устойчивого развития всех стран. Государства должны перейти на новую стратегию борьбы с природными катастрофами, основанную на их прогнозировании и предупреждении.

В качестве основы новой концепции необходимо рассматривать «глобальную культуру предупреждения», основанную на научном прогнозировании. Международный опыт показывает, что затраты на прогнозирование и обеспечение готовности к природным событиям чрезвычайного характера примерно в 15 раз меньше по сравнению с предотвращенным ущербом.

После стремительного прорыва в космос и сделанных там открытий человечество вновь обращает свои взгляды к нашему общему дому – планете Земля. Проблемы Земли должны занять в наступающем столетии важное место среди фундаментальных и практических задач, так как от их решения во многом зависит будущее нашей цивилизации.

Список литературы

1. Путь в XXI век: стратегические проблемы и перспективы российской экономики / Рук. авт. колл. Д.С. Львов. – М.: ОАО Издательство "Экономика", 1999. – 793 с.
2. Российское общество и радикальные реформы. Мониторинг социальных и политических индикаторов / Под ред. В.К. Левашова. – М.: Academia, 896 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКОВ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ

**Работкина О.Е. д.т.н., доцент, Хаустов С.Н. к.т.н., начальник кафедры
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Современные технологии позволяют проводить оперативный мониторинг опасных природных явлений, например, пожаров и паводков, но вот их предотвращение и борьба с последствиями – большая проблема. Убедительный пример — пожары, которые бушевали на территории Европейской части России летом 2010 года.

В пожарах прошлого года виновата вовсе не аномальная жара, а неспособность справиться с проблемой.

Чтобы предотвращать природные катастрофы, нужен мониторинг состояния окружающей среды, особенно опасных природных явлений – пожаров, наводнений, паводков. Сейчас один из самых современных способов проведения такого мониторинга – использование космических снимков. По словам Валерия Герасимова, мониторинг из космоса отличается оперативностью, объективностью, охватывает огромные территории, он в десятки раз дешевле аэрофотосъемки. Но самое слабое место в борьбе с природными катастрофами, по его мнению, это их предупреждение.

Одна из самых серьезных проблем в предотвращении природных катастроф – межведомственная разобщенность. Ведь технологии мониторинга существуют, и они прекрасно отработаны.

В настоящее время Россия вошла в ту фазу системного кризиса, в которой негативные тенденции последних пятнадцати лет в экономической, социальной, техногенной сферах начинают приводить к новым типам катастроф, бедствий, нестабильностей. Передел сфер влияния в мире вступил в фазу силового противостояния, что многократно увеличивает риски, связанные с технологическим терроризмом, цену политических решений, принимаемых в настоящее время.

На системный вызов России должен быть дан системный ответ. Этот подход опирается на одиннадцатилетний опыт работы МЧС России, ликвидировавшего последствия аварий, катастроф, стихийных бедствий, участвовавшего в гуманитарных операциях в зонах различных военных конфликтов.

Прогноз и предупреждение кризисных явлений. Если еще несколько лет назад можно было говорить об управлении рисками, как о комплексе

мер, позволяющих от ликвидации и смягчения последствий произошедших бедствий и катастроф перейти к прогнозу и предупреждению катастроф будущих, то сегодня этого недостаточно. Знаковые катастрофы последних лет показали, что рядовые "технические" решения могут повлечь длинную цепочку причин и следствий, приводящую к трагическим последствиям и огромным потерям. Поэтому приходится анализировать возможные неблагоприятные события (в том числе аварии и катастрофы) в более широком системном контексте, как "спусковой крючок" для кризисов различного типа. Это ставит проблему описания, классификации, прогноза и предупреждения кризисов различных видов. Именно это представляется сейчас необходимым этапом для вывода страны из системного кризиса.

Научный мониторинг. Система сбора и анализа информации, существующая в стране, неадекватна задачам управления стратегическими рисками, прогноза и предупреждения кризисных явлений. Более того, объем и содержание информации, необходимой для серьезной научной поддержки принимаемых решений, быстро меняется. Поэтому единственным выходом из сложившейся ситуации является создание системы научного мониторинга – привлечение ряда ведущих ученых и нескольких коллективов для обработки и анализа имеющейся информации, обеспечение необходимых информационных потоков и использование тех источников и методик, которые имеются в Академии наук. В условиях глубокого системного кризиса, в котором сейчас находится Россия, такие чрезвычайные меры в информационной сфере представляются оправданными.

Проблема организации научного мониторинга, стратегического управления рисками, прогноза и предупреждения кризисных явлений может стать сверхзадачей для всей Академии наук. В координации научных исследований, в их системном синтезе ключевую роль должно играть компьютерное моделирование, анализ информационных потоков на базе новых информационных технологий и привлечение организаций, которые берутся за этот круг проблем.

Главная цель проблемы – определить состав тех кризисных явлений и катастроф, математические модели которых явятся предметом компьютерного моделирования и экспертного анализа. Однако только системный, комплексный взгляд на сформулированные проблемы показывает, с задачами какого масштаба и сложности столкнулась в настоящее время Россия.

Особая роль отводится повышению ответственности и действенности служб и формирований МЧС в субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях по предупреждению катастрофических природных явлений. Органам государственной власти субъектов Российской Федерации, местного самоуправления, соответствующим территориальным органам рекомендовано принять участие в развитии единой системы мониторинга опасных природных процессов.

Из сказанного ясно, что системам предупредительных мер, способным в значительной степени сократить социальные и экономические потери от природных и техногенных катастроф, уделяется сегодня особое внимание.

Постановление Совета Федерации — своего рода призыв к специалистам и организациям внести свой вклад в решение данной проблемы. Понятно, что в этой работе не обойтись без тех, кто на протяжении многих лет активно занимался разработкой программно-аппаратных комплексов, предназначенных для оснащения центров мониторинга и прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций, кто создавал инструментарий современных геоинформационных технологий. Именно они могут сегодня предложить и реализовать эффективное решение.

Основная идея состоит в объединении возможностей:

специальных служб региональных штабов ГО, которые могут нести круглосуточное дежурство;

научных учреждений страны, занятых исследованием опасных природных явлений и их прогнозированием;

отдельных ученых, способных давать научно обоснованные экспертные оценки уровня опасности;

федеральных органов мониторинга и прогнозирования, а также управления кризисными ситуациями.

Цель — выработка согласованного срочного прогноза и перечня эффективных мер.

На основе долгосрочных экономических соглашений, использования современных средств телекоммуникации, эффективных компьютерных моделей и систем электронного картографирования в штабе ГО может быть создан распределенный центр, объединяющий все необходимые усилия в этом направлении.

В понятие «распределенный» вкладывается возможность существования и эффективного функционирования нескольких «полюсов» центра с четко сформулированными задачами. Необходимо создать «Полюс оперативного дежурства и работы», «Полюс обоснования долгосрочных и среднесрочных прогнозов», «Полюс обслуживания средств коммуникации и сетевых ресурсов», «Полюс технической политики, развития и поддержки программных средств, актуализации и ведения баз данных, а также публикации результатов прогнозирования».

Идея технического решения состоит в том, чтобы с помощью стандартных вычислителей и компьютерных программ обеспечить коллективную работу объединенного средствами современной коммуникации распределенного штаба — над любым прогнозным документом, необходимым для принятия решения. При этом руководитель может наблюдать за ходом подготовки документа, изучать материалы и давать указания, не отрывая экспертов от аналитической работы.

Список литературы

1. Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика // В.А. Владимиров, Ю.Л. Воробьев, Г.Г. Малинецкий и др. – М.: Наука, 2000. – 432 с.
2. Воробьев Ю.Л. Управление рисками и устойчивое развитие. Человеческое измерение / Ю.Л. Воробьев, Г.Г. Малинецкий, Н.А. Махутов // Общественные науки и современность. 2000. №4. С.150-162.

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В АТМОСФЕРЕ В ЗАДАЧЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

**Расторгуев И.П., к.г.н., доцент, Неижмак А.Н., к.т.н.
Военный учебно-научный центр ВВС ВВА, г. Воронеж**

Метеорологическое обеспечение является одной из важнейших составных частей системы обеспечения безопасности жизнедеятельности общества. Резонансные чрезвычайные ситуации текущего года (г. Крымск и п. Новомихайловский Краснодарского края) свидетельствуют о необходимости тесного сотрудничества гидрометеорологической службы и подразделений МЧС.

Немало практических задач в метеорологии требуют для своего решения знания высот определенных уровней в атмосфере. В частности, немаловажное значение имеют данные о высоте расположения изотермических поверхностей в облаках, особенно в конвективных, которые сопровождаются грозой, градом, шквалом, смерчем, выпадением ливневых осадков, в том числе катастрофического характера.

Для разделения ливневых и грозовых очагов применяется комплексный анализ данных радиозондирования атмосферы и радиолокационных данных измерения высоты верхней границы радиоэхо. Если высота верхней границы радиоэхо равна высоте изотермы -14°C или выше ее, то наблюдаемый очаг относят к грозовому, в противном случае очаг ливневый. Вторым критерием при решении этой задачи используется отношение превышения высоты верхней границы радиоэхо над нулевой изотермой к высоте этой изотермы [1].

При распознавании опасных явлений погоды по значениям отражательной способности вычисляется комплексный признак грозоопасности. Значение данного признака сравнивается с критериальным, которое, в свою очередь, зависит от высоты изотермы -22°C .

Таким образом, при решении некоторых задач метеорологии необходимо знание высот изотермических поверхностей в облачном массиве.

Существуют различные подходы к определению температуры воздуха на высотах, каждый из них обладает своими преимуществами и недостатками.

Авторами проведено исследование возможности восстановления вертикального профиля температуры в конвективной облачности на основе применения адиабатической модели развития облака при наличии только данных стандартных приземных метеорологических наблюдений. Описание модели приведено в [2].

С целью оценки адекватности предлагаемого подхода к определению высоты изотермических поверхностей в конвективной облачности были проведены его испытания на фактическом материале.

В качестве исходных данных использовались метеорологические величины, измеренные у земной поверхности. Выборка была составлена по данным наблюдений на станции Воронеж в момент утреннего аэрологического зондирования в теплый период (май-сентябрь) с 1997 по 2011 гг. для случаев наличия мощной конвективной облачности. Ряд наблюдений составил 100 измерений. При помощи предлагаемого авторами подхода [2] были определены высоты изотерм номиналом $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$. В результате были получены ряды рассчитанных значений высот изотерм объемом по 100 случаев каждый.

В качестве эталона при оценке точности восстановления вертикального профиля температуры в конвективной облачности рассматривались соответствующие данные радиозондирования. Для осуществления параллельного сравнения использовались данные стандартной атмосферы (условное вертикальное распределение температуры, давления и плотности воздуха, являющееся репрезентативным для средних годовых условий в среднем для всех широт, принятое по международному соглашению). Получены следующие результаты.

На рисунке представлены результаты сравнения рассчитанных средних высот изотерм с высотами по стандартной атмосфере. Анализ рисунка подтверждает то, что данные стандартной атмосферы применимы при приблизительной оценке параметров атмосферы и могут использоваться для решения ограниченного круга задач.

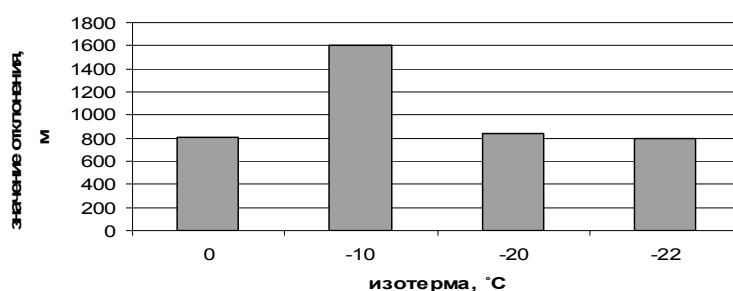


Рисунок – Превышение средних фактических высот изотерм для теплого периода над высотами по стандартной атмосфере

Рассчитанные средние значения высот изотермических поверхностей оказываются больше аналогичных высот стандартной атмосферы, что

логично, но меньше средних высот изотерм, полученных путем радиозондирования.

Значения полученных средних абсолютных ошибок определения высот изотерм, находящиеся в пределах 200-600 м (за исключением изотермы -10°C), свидетельствуют о достаточной точности полученного способа определения высоты изотермических поверхностей в конвективной облачности. Существенно большая ошибка в определении изотермы -10°C подтверждает несовершенство способа и требует поиска решения данной проблемы. Одним из путей видится использование других более сложных моделей развития конвекции.

Таким образом, постановка и проведение эксперимента по испытанию предложенного подхода к определению высот изотермических поверхностей в конвективной облачности на фактическом материале позволили выявить работоспособность предложенного подхода. Однако в данном виде целесообразно пользоваться им в качестве вспомогательного вследствие существенной ошибки в определении высоты изотермы -10°C .

Анализ результатов эксперимента показал необходимость доработки предложенного подхода. Возможное решение данной задачи видится в ограничении применения подхода только для внутримассовой облачности, а также в использовании других более сложных моделей развития конвекции.

Список литературы

1. Радиометеорология: учебник. Билетов М.В. и др. М.: Воениздат, 1984. – 208 с.
2. Неижмак А.Н., Марчуков С.В. Методика расчета высоты изотермических поверхностей в облачном слое // Информатика: проблемы, методология, технологии: мат. XI Междунар. научно.-метод. конф. (10–11 февраля 2011 г.) / ВГУ. – Воронеж: Издат.–полиграф. центр ВГУ, 2011. Т.2. – С. 109-112.

ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С ИНТЕНСИВНЫМ ВЫДЕЛЕНИЕМ ПЫЛИ

Романюк Е.В. к.т.н.,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж,
Красовицкий Ю.В., профессор, д.т.н.,
Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г. Воронеж

Одним из решений вопроса повышения пожарной безопасности технологических процессов на производствах, связанных с интенсивным выделением пыли, является эффективное планирование и установка пылеулавливающего оборудования с учетом физико-химических свойств пыли и особенностей технологического процесса.

Пылеулавливающие системы на предприятиях, как правило, представляют собой двухступенчатые комплексы: первая ступень – грубая очистка до 5-10 мкм, вторая – тонкая выше 2,5 мкм и требуют обширных производственных площадей и материально-технических средств. В связи с этим актуальным является создание аппаратов комбинированного типа – фильтров–циклонов.

Схема одного из таких фильтров-циклонов [1, 3] представлена на рис.1.

В таком фильтровальном модуле пылегазовый поток по штуцеру 1, установленному тангенциально к корпусу 2 в верхней его части, поступает в аппарат и вращается в нем с некоторой окружной скоростью, что приводит к возникновению центробежной силы, действующей на частицы пыли и прижимающей их к стенке камеры запыленного газа 4 корпуса фильтра. При этом центробежная сила $P_{ц}$ (рис. 2) направлена нормально по отношению к оси вращения пылегазового потока и в связи с непараллельностью стенки камеры запыленного газа и оси вращения $P_{ц}$ раскладывается на две составляющие: нормальную составляющую $P_{н}$ (силу давления) и тангенциальную составляющую $P_{т}$.

При этом сила давления частицы на стенку $P_{н}$ (нормальная составляющая центробежной силы) по сравнению с центробежной силой уменьшается, что приводит к уменьшению силы трения твердой частицы о стенку, а, следовательно, к снижению вероятности отскока частицы от стенки и возвращения ее в газовый поток. Появление тангенциальной составляющей центробежной сила $P_{т}$, действующей на твердую частицу и направленной вдоль стенки, приводит к росту результирующей силы (в том числе с силой тяжести частицы), обуславливающей ее движение вниз.

Такая конструкция способствует увеличению скорости осаждения твердой частицы (уменьшению времени их выделения из пылегазового потока), а, следовательно, к росту производительности модуля. Одновременно с вращением запыленный газовый поток спиралеобразно

спускается вниз в расширяющийся канал, образованный боковой поверхностью камеры запыленного газа и фильтровального элемента. При движении потока в расширяющемся канале его скорость падает, а статическое давление в нем растет. Уменьшение скорости газового потока ведет к уменьшению инерционных сил, действующих на твердые частицы, находящиеся как в газовом потоке, так и движущиеся по стенке камеры к днищу, способствует более быстрому их выпадению в коническое днище и выводу через кольцевым штуцером 6.

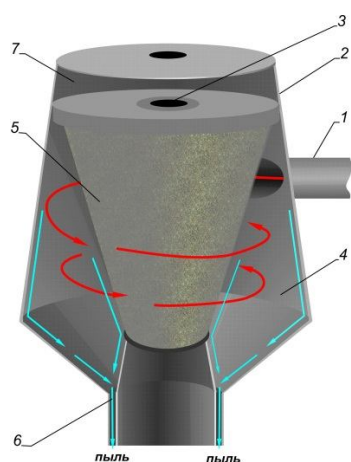


Рис. 1. Фильтр-циклон

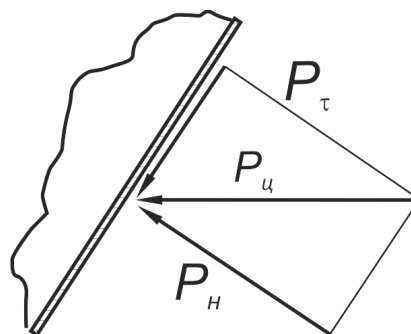


Рис.2. Схема к фильтру циклону

Увеличение статического давления в газовом потоке при его движении в расширяющейся к низу камере запыленного газа ведет к росту избыточного давления на наружной поверхности фильтровального элемента по отношению к внутренней полости фильтра (движущей силы процесса фильтрации). Под действием этого перепада давлений газовый поток, освобожденный от основной массы твердых частиц в циклоне, проходит через пористую боковую поверхность фильтра 5 и одновременно освобождается от мельчайших частиц пыли, размер которых определяется структурой пористого материала фильтра. Частицы пыли осаждаются на поверхности фильтра и образуют слой осадка, а очищенный газовый поток из внутренней полости фильтра, закрепленного в подшипниковом узле в разделительной перегородке, поступает в камеру очищенного газа 7 и через штуцер, установленный на крышке, выводится из аппарата. Рост статического давления на поверхности фильтра сопровождается одновременным уменьшением площади его поверхности фильтра (за счет уменьшения его диаметра), что обеспечивает одинаковую производительность по всей высоте фильтра и равномерную толщину слоя осадка на его поверхности.

Для жесткой фильтровальной перегородки важнейшим параметром работы является общий перепад давлений. На рис. 3 [2] представлены графические зависимости общего перепада давлений от продолжительности фильтрования для фильтров конусообразной формы и традиционной цилиндрической формы.

Экспериментальные данные [2] свидетельствуют, что при использовании конусообразных фильтровальных элементов перепад давлений на фильтровальной перегородке растет медленнее, что позволяет увеличить период фильтрования.

Понижение перепада давления способствует созданию оптимального режима функционирования системы пылеулавливания (периоды фильтрования и регенерации) и устранению пожароопасной ситуации на предприятии, связанной с образованием взрывоопасной концентрации пыли, деформациями корпуса аппарата и накоплением пылевого осадка в системе.

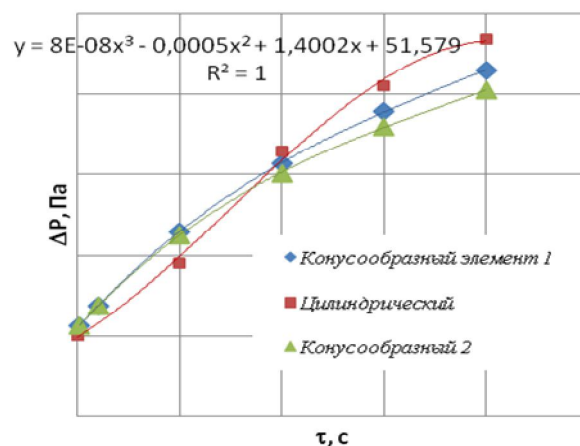


Рис.3. Зависимости $\Delta P_{\text{общ.кон.}} = f(\tau)$ для конусообразных зернистых фильтров с различным углом наклона фильтровальной стенки и цилиндрического.

Список литературы

1. Патент на полезную модель № 105200 Российская Федерация МПК51 Циклон-фильтр/Логинов А.В., Красовицкий Ю.В., Пигловский Н.В., Романюк Е.В., Федорова М.Н., Чугунова И.А.; заявитель и патентообладатель ВГТА; заявл. 13.11.2010; опубл. 10.06.2011; Бюл. № 16.
2. Перспективные фильтровальные элементы для очистки пылегазовых потоков в сфере обслуживания и ремонта железнодорожного транспорта/ Н.В. Пигловский, Е.В. Романюк, Ю.В. Красовицкий// Материалы X Междунар. научн.-практ. конференции «Актуальные вопросы современной науки», Таганрог. – 2010 . – С.143-145.
3. Красовицкий, Ю. В. Обеспыливание газов зернистыми слоями / Ю. В. Красовицкий, В. В. Дуров. – М.: Химия, 1991. – 192 с.

НЕОБХОДИМОСТЬ УЧЕТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ

**Смирнов А.В., к.г.н.
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России**

Гидрометеорологические условия (погода) оказывают огромное влияние на многие стороны человеческой деятельности. Всеобщее внимание привлекают такие стихийные бедствия, как засухи, катастрофические наводнения и лавины. Порой они поражают хозяйства целых стран и нередко сопровождаются человеческими жертвами. Значительный урон различным отраслям хозяйства наносят менее грозные, но зато более частые явления погоды - гололёд, заморозки, туман, метели, снежные заносы, сильные ливни, грозы, град, шквалы, пыльные бури.

Первое место по количеству используемой метеоинформации и уровню требований, предъявляемых к ней, занимает авиация. Грозы, туман, сильные осадки, сильный ветер, низкая облачность значительно осложняют (или вообще исключают) взлёт, полёт и посадку воздушных судов (самолётов и вертолётов). Поэтому на большинстве аэродромов авиации всех ведомств имеются метеоподразделения (а там, где их нет, запрашивается прогноз погоды у метеослужбы ближайшего аэродрома), и экипаж каждого воздушного судна на всех этапах полёта пользуется подробными сведениями о погоде (фактической и ожидаемой) в пункте вылета, посадки, по маршруту полёта и на запасных аэродромах.

Значительную роль играет информация о погоде для функционирования морского и речного флота. Осадки, туман, гололёд, перепады температуры оказывают большое воздействие на работу железнодорожного и автомобильного транспорта. Сведения о погоде и климате (многолетнем режиме погоды) необходимы при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений самого различного назначения - аэродромов, промышленных и жилых зданий, шоссе и железных дорог, газопроводов, линий электропередачи, портов, электростанций и водохранилищ.

В сильной зависимости от погодных условий (и правильного прогноза погоды) находится сельское хозяйство. На продуктивность полей влияет влажность почвы и воздуха, количество осадков, тепла, света. Особенно важно это в условиях недостаточного атмосферного увлажнения, характерного для 70% сельхозугодий СНГ.

Гидрометеорологическая информация особенно ценна, когда идет предупреждение о возможности проявления опасных явлений погоды. Ведь девять из десяти стихийных бедствий связаны с опасными природными явлениями.

Фундаментальной функцией государства является обеспечение

безопасности населения и экономики страны. В мирное время главная угроза этой безопасности исходит от широкого спектра опасных природных явлений, большую часть которых составляют гидрометеорологические явления.

Человечество не в силах изменить или остановить развитие опасных явлений, поэтому возможностью снизить их разрушительные воздействия является создание и развитие систем, позволяющих постоянно наблюдать за состоянием гидрометеорологической среды, прогнозировать возникновение опасного явления и предупреждать население о надвигающейся опасности.

В последнее десятилетие, как в мире, так и на территории Российской Федерации отмечается рост опасных проявлений погоды, в том числе обусловленных изменениями климата.

Перечень опасных явлений погоды встречающихся чаще всего на территории нашей страны представлен в таблице 1.

Таблица 1

Опасные явления погоды	% от общего числа
Сильный ветер, ураган, шквал, смерч	36,7
Сильный продолжительный дождь, ливень, град, гроза	16,2
Сильная метель, сильный снег, гололед	13,5
Мороз, заморозки, сильная жара	9,9
Весеннее половодье, дождевой паводок, наводнение	8,4
Лавина, сель	3,3
Засуха	2,3
Чрезвычайная пожарная опасность	4,8
Остальные	4,9

Несмотря на глубокие различия в сущности каждого явления, все природные опасности подчиняются некоторым общим закономерностям:

1. Для каждого вида опасностей характерна определенная пространственная приуроченность;
2. Чем больше интенсивность опасного явления, тем реже оно встречается;
3. Каждому виду опасности предшествуют некоторые специфические признаки;
4. При всей неожиданности возникновения того или иного опасного явления природы оно может быть предсказано.
5. Во многих случаях могут быть предусмотрены пассивные или активные защитные мероприятия от природных опасностей.

Поэтому особое место в обеспечении безопасности отводится сбору, анализу и своевременному распространению информации об угрозе бедствия. Информирование осуществляется заблаговременно, в целях

предоставления населению достаточного времени на подготовку и занятие укрытия. Сообщаются сведения о времени, районе, характере опасности, мерах безопасности и правилах поведения людей, оптимальных для складывающейся ситуации.

Гидрометеорологическая безопасность должна определяться как степень защищенности экономики, населения и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия опасных гидрометеорологических явлений, неблагоприятных условий погоды и экстремальных изменений климата и их последствий.

Все это в полной мере относится и к регионам России. Более того, именно на региональном уровне есть все предпосылки достичь максимальной минимизации экономических потерь от воздействия опасных явлений.

Таким образом, на всех стадиях своего развития человек тесно связан с окружающим миром. В XXI веке Человечество все больше ощущает на себе проблемы, возникающие при проживании в высокоиндустриальном обществе. Опасное вмешательство человека в природу резко усилилось, расширился объем этого вмешательства и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества.

В условиях возникновения опасных природных явлений, общество, движимое естественным стремлением к самосохранению, предпринимает осознанные, заранее предусмотренные меры, направленные на обеспечение собственной безопасности. Проблема защиты в чрезвычайных ситуациях природного характера включает в себя множество аспектов, которые необходимо учитывать при разработке мероприятий по обеспечению безопасности населения, устойчивости объектов народного хозяйства и охране биосферы от антропогенного воздействия.

Список литературы

1. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Соколов Ю.И.. Опасные гидрометеорологические явления на территории России / МЧС России. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. – 316 с.
2. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие для вузов./ Я.Д. Вишняков [и др.] 3-е изд., испр. - М.: Академия, 2008. – 304 с.
3. <http://www.meteorf.ru/>

ВЛИЯНИЕ ВИДА И СТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЙ

Старов В.Н., профессор, д.т.н., профессор, Федянин В.И. заведующий кафедрой, д.т.н., Хаустов С.Н., начальник кафедры, к.т.н., ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России Внуков А.Н. к.т.н., ВУНЦ ВВС «ВВА» МО России

Рассмотрено влияние вида и структуры композиционных фторопластовых материалов в повышении огнестойкости изделий из них.

Важными причин пожаров и взрывов на промышленных объектах помимо нарушения мер безопасности и технологического режима являются неисправности электрооборудования, запорной арматуры, отсутствие заглушек, самовозгорание веществ, а также надежность оборудования, имеющего комплектующие, постоянно подвергающиеся процессам интенсивного износа. Последнее во многом зависит от конструкций этих деталей и материалов, из которых изготовлены триботехнические элементы.

Одним из эффективных направлений, широко апробированным за последние годы, является использование в машинах систем из неметаллических, металл полимерных и сложно полимерных трудно сгораемые материалов, которые под действием огня и высокой температуры с трудом воспламеняются. Эти материалы тлеют или обугливаются только при наличии источника огня, а при его отсутствии горение или тление прекращается.

Так как пожаро- и взрывоопасность объектов определяется параметрами пожароопасности и количеством используемых в технологических процессах материалов, конструктивными особенностями и режимами работы оборудования, а также наличием источников зажигания и условий для быстрого распространения огня, то в ответственных узлах машин, какими являются подшипники скольжения, уплотнительные устройства, направляющие с антифрикционными покрытиями, применяют синтетические трудно сгораемые триботехнические материалы с заранее заданными свойствами и специальные компоненты оборудования.

Отметим, что в современной технике широко используются пневматические, гидравлические и вакуумные системы, в которых роль герметизирующих элементов выполняют уплотнители из полимеров, металлов, пластмасс, резин и других материалов. Важное место в уплотнительной технике сегодня принадлежит эластомерным материалам.

При сравнительно простых технологиях получения сопряженных металлических поверхностей благодаря уникальному комплексу свойств уплотнители из резины обеспечивают высокую герметичность в самых разнообразных условиях эксплуатации. Преимуществом таких уплотнений является простота их изготовления, возможность различного армирования резиновых деталей, а также возможность поагрегатной сборки и взаимозаменяемость изделий и, безусловно, повышенная огнестойкость.

В настоящее время весьма разнообразен ассортимент выпускаемых уплотнителей, например, это прокладки и кольца с различной конфигурацией сечения, монолитные и губчатые уплотнители, резиновые, резинометаллические и резинотканевые манжеты, резинометаллические клапаны, мембраны, диафрагмы, сильфоны, профили и др. Их размеры находятся в широком диапазоне: от миниатюрных (с диаметрами в несколько миллиметров) до достигающих по периметру несколько десятков метров (это длинномерные уплотнения).

Эксплуатационные условия уплотнительных изделий разнообразны, в том числе, жидкие, газообразные, инертные и агрессивные рабочие среды. У них широкий рабочий температурный диапазон: от -60 до $+250^{\circ}\text{C}$. Такие изделия выдерживают высокие давления (до 100 МПа) и глубокий вакуум (до 10^{-11} Па).

Для изготовления резиновых уплотнений в настоящее время применяются многие каучуки специального и общего назначения – бутадиен-нитрильные, бутадиен-стирольные, фторкаучуки, силиконовые, фтор силиконовые и другие. Однако каучук не может удовлетворять все возрастающие требования эксплуатации к уплотнителям, подшипникам скольжения, направляющим и другим узлам, как с эксплуатационных, так и пожароопасных требований. Появление некоторых новых видов каучуков также не изменяет принципиально состояние сырьевой базы, так как стоимость этих материалов высока. Обычно их применяют лишь для изготовления уплотнительных элементов комплектующих изделия уникального назначения. Следовательно, надо искать новые материалы и эффективные конструкции из них.

Перспективным направлением является создание комбинированных материалов из резины с пластмассами, стеклотканями, керамикой. [1, 2]. Такие технические решения широко применяются при изготовлении в резиноармированных манжетах, используемых для быстроходных валов вращения и в соединениях с возвратно-поступательными движениями.

Для придания резине при эксплуатации более высоких физико-механических характеристик применяются композиционные уплотнения, в которых часть функций резин выполняют покрытия из других материалов, более стойких к высоким температурам и агрессивным средам (винилпласты, фторопласты).

Наряду с достаточной огнестойкостью синтетические уплотнительные элементы должны выполнять функции герметизации, упругости, передачи давления. Такая многофункциональность обеспечивает широкое применение эластичных уплотнений, но одновременно ограничивает их использование в условиях все возрастающих требований из-за потерь ряда свойств при эксплуатации. Основные потери свойств происходят локально при трении в зоне контакта с уплотняемым подвижным соединением.

Перспективным материалом, который способен выдержать большие нагрузки, давления, иметь небольшой коэффициент трения и высокую огнестойкость является фторопласт-4 (Ф-4). Применение его в качестве

конструкционного материала элементов оборудования во многом удовлетворяет жестким, в том числе высокоскоростным требованиям эксплуатации.

Однако сам по себе материал, имеющий высокую стойкость к старению, воздействию агрессивных и биологических сред, высокие антифрикционные свойства, из-за низких механических характеристик, невысокой теплопроводности и высоких коэффициентов линейного и объемного термического расширения, не определяет однозначно решение проблемы получения универсального материала с широким диапазоном высоких эксплуатационных и пожаростойких свойств.

Известна классификация использования фторопласта-4. Она подтверждает многоплановость применения фторопласта. Однако, если области применения деталей из чистого фторопласта-4 уже сформировались [2], то пристальное внимание привлекает к себе создание новых композиционных материалов на основе модифицированного и структурированного Ф-4, которые обеспечивает изделиям из композиционных материалов (КПМ) высокие эксплуатационные свойства.

В настоящее время наибольшее внимание у многих исследователей вызывают следующие перспективные применения КПМ.

Во-первых, это создание композиционных материалов на основе наполненных композиций с использованием объемного каркаса из наполнителей. Ими являются: металлические высокодисперсные порошки (меди, бронзы, олово, железа, вольфрама и др.); минеральные (стекло порошки, каолин, дисульфид молибдена, нитрид бора и др.); на основе углерода (графит, кокс, сажа и др.); волокнистые и тканевые каркасы (стекловолокно, кварцевое стекло, базальтовые усы, асбест и др.) [1, 2, 3].

Вторым направлением считают область композитов на основе фторопласта с пространственным замкнутым каркасом, внутри которого расположен подобный каркас наполнителя. Армирующими металлами для пространственных каркасов обычно являются бронза, олово, свинец, баббиты, т.е. материалы, увеличивающие механическую прочность, жесткость, теплопроводимость и имеющие температуру плавления близкую к температуре переработки фторопласта-4.

Все вышеуказанное присуще материалу фторопласт-4, но при использовании этих пленок из-за низких адгезионных свойств возникает вопрос поиска эффективного способа закрепления пленок из Ф-4 с материалом подложки. Многообразие предложенных решений в некоторой степени обеспечивает решение этих задач, но не все они обеспечивают высокие эксплуатационные свойства изделий из фторопластовых пленок.

Повышение способности материала противостоять разрушению не требует равномерного увеличения энергии всех связей между элементами структуры материала, поэтому особое внимание при создании и эксплуатации изделий из КПМ следует уделять виду и структуре материала, его внутренней конструкции.

При решении задач повышения работоспособности и огнестойкости специальных элементов (компонентов) оборудования и машин, необходимо учитывать следующие положения. Для увеличения прочности изделий из полимерных материалов необходимо, чтобы реализовывались, по крайней мере, два типа связей: 1) прочных, обеспечивающих противодействие разделения тела детали на части; 2) неустойчивых (лабильных), разрывов, перегруппировка которых соответствует рассеиванию энергии, освобождающейся в результате осуществления разрушения (разрыва) материала (пленки, волокна).

Список литературы

1. Лагунов В.С. Системные исследования структурированных полимеров. Монография. [Текст]. В.С. Лагунов, В.Н. Старов, Е.А. Бойков. – Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2005. – 151 с.
2. Бартенев Г.М. Физика полимеров. [Текст]. Г.М. Бартенев, Френкель С.Я. - Л.: Химия, 1990. - 432 с.
3. Бикерман Л.О. Высокомолекулярные соединения. [Текст]. Л.О. Бикерман. - М.: Наука, 1983. - 144 с.

ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ СВОЙСТВАМ МАТЕРИАЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ

**Старов В.Н., профессор, д.т.н., профессор, Хаустов С.Н., начальник
кафедры, к.т.н.,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России
Внуков А.Н. к.т.н., ВУНЦ ВВС «ВВА» МО России
Федянин В.И. заведующий кафедрой, д.т.н.,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России**

Рассмотрены основные требования к эксплуатационным свойствам материалов и деталей из композиционных полимеров в зависимости от вида и структуры композиционных фторопластов.

Многие отечественные предприятия требуют технического переоснащения производства. При этом возросла потребность не только в новом оборудовании, комплектующих агрегатах и высоко ресурсных механизмах, имеющих не только высокую производительность, но и в новых материалах, имеющих хорошие показатели пожаро- и взрывоопасности.

При этом важным направлением является повышение надежности, долговечности и безопасности изделий, в том числе, за счет использования качественных деталей, обладающих набором высоко ресурсных свойств, например, материалов с малым коэффициентом трения, повышенной износостойкостью, высокими прочностными характеристиками и малыми негативными воздействиями на окружающую природную среду и т. д.

Особое и перспективное место среди новых материалов с малым трением и высокой огнестойкостью занимают композиционные огнестойкие полимерные материалы с (КОПМ), сокращенно - КМ. Их применяют в разных машинах, в том числе, в узлах уплотнительной техники, гидро- и пневмосистемах оборудования; в качестве покрытий направляющих узлов станков и роботов; подшипниках скольжения; в колодочных тормозах подъемно-транспортных устройств и в другом оборудовании и узлах, где КОПМ незаменимы.

Одной из задач любых исследований, в том числе наших, является определение рациональных технических возможностей, проявляющихся в условиях реальной эксплуатации разнообразных деталей из КМ. Это позволяет не только определить и уточнить области применения полимерных композиций, но и дает возможность прогнозировать, проектировать компоненты оборудования с высокой надежностью и высокими эксплуатационными свойствами, включая высокую огнестойкость.

Проведем анализ имеющихся данных основных физико-механических характеристик композиционных материалов и изделий из них. Это необходимо, чтобы уточнить требования к условиям изготовления изделий и рациональной эксплуатации Различных технических систем.

Рассмотрим результаты (табл. 1), полученные авторами различных работ [1, 2] при исследовании прочности на растяжение исходных материалов и композиций. Сравнивая показатели, видим, что не только слой полимеров разной толщины (это моноблоки и пленки), но также различие каркаса и наполнителя (фторопластовая или иная ткань) оказывают влияние на прочностную характеристику композиционного материала.

Анализ показывает, что изменения технологических параметров получения композиций существенно сказывается на прочностных показателях изделий. Так, увеличение температуры сварки пленки и основы с 350 до 370°C способствует изменению прочности при растяжении пленки на 14-19% для «Нафтлена» и на 50-52% для «Даклена». Существует диапазон рациональных температур сварки (близких для обоих материалов) к 350 °С. Показатель прочности при растяжении образцов, полученных при рациональной температуре 350 °С, на 25% (для «Нафтлена») и на 56% (для «Даклена») выше, чем прочность образцов, полученных при температуре 370 °С. Вероятно, что при этой температуре происходит полное спекание волокон и пленки фторопласта-4 в монолитный блок.

Отметим два важных момента, отмеченных в указанной работе. Первый это то, что наличие монолитного слоя фторопласта-4 на лицевой поверхности тканого материала оказывает положительное влияние на увеличение прочности образцов при сжатии. При силовом воздействии извне на деталь на основе сложного КОПМ имеем равномерное нагружение волокон, что способствует равномерному распределению нагрузки между ними.

Второе, установлено, что фторопластовая пленка в КОПМ играет роль своеобразного связующего, фактора, стабилизирующего прочностные характеристики материала при его нагружении по основе и утку, т.к.

Температура исходного материала, (°С)	Прочность σ_p , МПа, КОПМ при разной толщине пленки			
	Толщина пленки h , мкм			
	20	80	140	200
	<u>по основе по утку</u>	<u>по основе по утку</u>	<u>по основе по утку</u>	<u>по основе по утку</u>
Ткань «Нафтлен» и приваренная пленка Ф-4				
330	<u>53,5</u>	<u>51,4</u>	<u>53,8</u>	<u>52,9</u>
	33,5	35,3	34,5	35,1
350	<u>56,2</u>	<u>56,3</u>	<u>55,9</u>	<u>55,7</u>
	35,2	36,2	35,7	35,0
370	<u>45,3</u>	<u>44,9</u>	<u>45,1</u>	<u>45,2</u>
	21,1	21,3	20,8	20,8
Ткань «Даклен» и приваренная пленка Ф-4				
330	<u>63,5</u>	<u>63,8</u>	<u>62,9</u>	<u>62,5</u>
	55,7	54,8	54,0	54,1
350	<u>64,0</u>	<u>65,0</u>	<u>63,9</u>	<u>64,3</u>
	54,1	55,8	56,0	55,2
370	<u>42,1</u>	<u>40,8</u>	<u>41,0</u>	<u>41,5</u>
	19,5	20,8	21,1	22,1

Таблица 1. Величины прочности при растяжении КОПМ уменьшается степень анизотропии механической прочности материала.

Исследуем влияние процесса сжатия, проявляющегося в различных условиях эксплуатации на свойства полимерных материалов. Это важно с тех позиций, что при работе на высоких пожароопасных скоростях, например, в подшипниковых узлах скольжения рабочие поверхности воспринимают немалые контактные нагрузки сжатия, а это сказывается на условиях работоспособности изделия.

Известно [2] что тканевый материал «Нафтлен» имеет прочность при сжатии 430 МПа. До этой нагрузки исходная структура не меняется. При дальнейшем увеличении нагрузки происходит нарушение ткани и разрушение на исходные составляющие волокон. Структура материала «Даклена» обладает более высокими прочностными характеристиками при сжатии, выдерживая нагрузку до 520 МПа.

Наличие дефектов волокон и материала значительно снижают прочностные характеристики детали, причем эти величины могут составлять 45-50% от теоретически расчетной прочности. Следовательно, в перечень требований к дефектам из КОПМ должно входить условие – отсутствие дефектов на исходных материалах и тканевой основе.

В качестве критериев оценки композиционных полимеров целесообразно выбирать следующие показатели: сохранения структуры материала (особенно его тканевой основы); сохранение монолитного фторопластового слоя на лицевой стороне; отсутствие расслаивания на составляющие волокна основы конструкции, а также основные показатели

пожаро- и взрывоопасности (температуры вспышки, самовоспламенения и воспламенения веществ).

Измерение линейных размеров образцов [2], подвергаемых циклическому нагреву и охлаждению, показывает наличие усадки или увеличение линейных размеров, деталей (зависимости, рис. 1). Это очень важные условия необходимо включить в перечень требований, учитываемых при процессе изготовления различных узлов и деталей из КОПМ.

Из графиков видно, что максимальная усадка в результате нагрева происходит по основе материала. При этом наблюдаются изменения толщины всего тканевого материала, а итогом является значительная (от 15 до 30%) усадка по всему объему материала. Объяснение влияния циклического воздействия на материал таково: внутренние дефекты, полученные в процессе производства волокон «залечиваются» нагревом в свободном состоянии до температуры сварки, что соответствует минимальной поверхностной энергии, нередко называемой наличием «термической памяти» материала.

Предварительная термообработка тканей «Нафтлен» и «Даклен», так же как и волокон фторопласта-4, приводит к увеличению механических характеристик деталей за счет стабилизации текстуры тканей и исключения внутренних дефектов в волокнах. После термообработки прочность при растяжении тканевых материалов увеличивается на 10-15 %, а на сжатие - до 20 %.

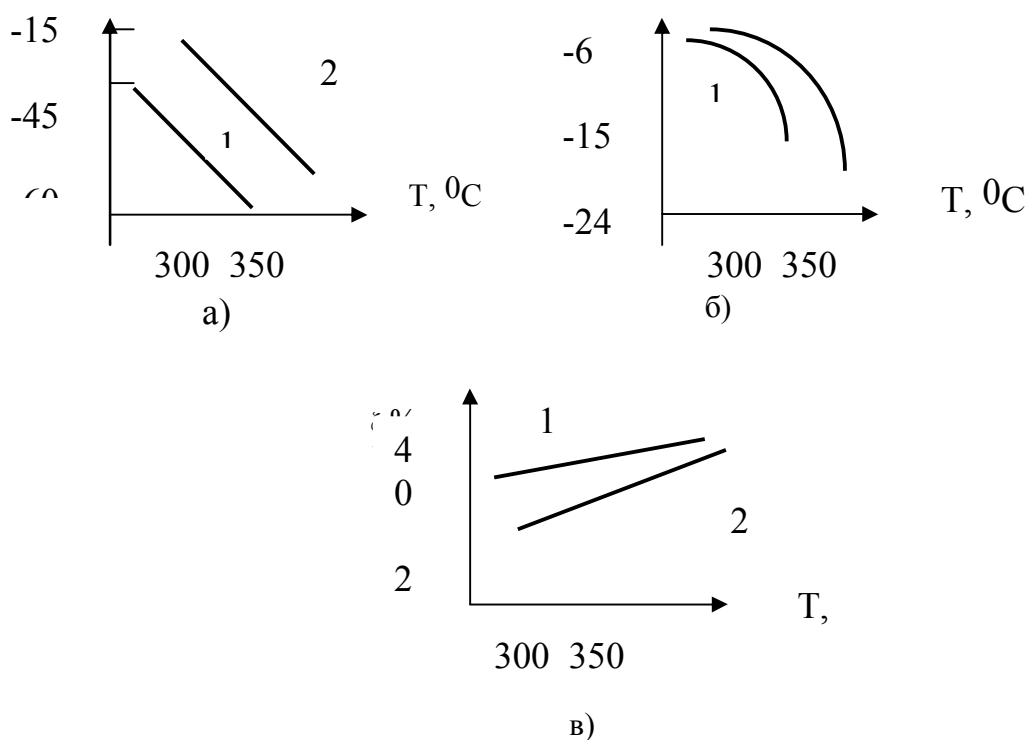


Рис. 1. Изменение линейных размеров образцов полимеров, подвергшихся циклическому нагреву и охлаждению: а)- усадка «Нафтлена»

(1) и «Даклена» (2) по основе; б)- усадка (1) и (2) по утку; в)- увеличение толщины материала для «Нафтлена» (1), «Даклена» (2)

Известно, что температуры вспышки, самовоспламенения и воспламенения горючих веществ определяются экспериментально или расчетом (ГОСТ 12.1.044-89); нижний и верхний концентрационный предел - экспериментально или руководствуясь «Расчетом основных показателей пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов». При этом пожаро- и взрывоопасность определяется параметрами пожароопасности и количеством используемых в технологических процессах материалов, конструктивными особенностями и режимами работы машин и оборудования, наличием источников зажигания и условий для быстрого распространения огня. Исходят из того, что пожароопасность веществ характеризуется линейной (см/с) или массовой (г/с) скоростями горения, а также предельным содержанием кислорода.

При горении твердых веществ (в том числе КМ) скорость поступления летучих компонентов непосредственно связана с интенсивностью теплообмена в зоне контакта пламени и твердой поверхности. Массовая скорость выгорания (г/м²-с) зависит от теплового потока с поверхности, физико-химических свойств твердого горючего и выражается формулой: $V = (Q_1 - Q_2) / q$, где V - массовая скорость выгорания материала, г/м²-с; Q_1 , - тепловой поток от зоны горения к твердому горючему, кВт/м²; Q_2 - теплотери твердого горючего в окружающую среду, кВт/м²; q - количество тепла для образования летучих веществ, кДж/г.

Таким образом, при создании (проектировании, изготовлении) КОПМ, из которого делают элементы машин и оборудования, необходимо учитывать ряд требований, относящихся к области технологической наследственности конструкции материала, имеющих хорошие показатели пожаро- и взрывоопасности и обладающие малыми негативными воздействиями на окружающую природную среду.

Список литературы

1. Козлов Г.В. Ангармонические эффекты и физико-механические свойства полимеров. [Текст]. Г.В. Козлов, Д.С. Солдатов. - Новосибирск: Наука, 1994. - 257с.
2. Лагунов В.С. Системные исследования структурированных полимеров. Монография. [Текст]. В.С. Лагунов, В.Н. Старов, Е.А. Бойков. – Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2005. – 151 с.
3. Корбанова Н.И Токсикология фторорганических соединений и гигиена труда в их производстве. [Текст]. Н.И Корбанова, И.Д. Микулова, Е.И. Марченко. - М.: Медицина, 1995. - 183 с.
4. Лагунов В.С. Новые фторопласто-тканевые композиционные материалы // Технология и организация производства. Киев, 1991. № 1. С. 51- 53.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАДАНЫХ СТРУКТУР ПОЛИМЕРОВ ПОСРЕДСТВОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

**Старов В.Н., профессор, д.т.н., профессор, Калач А.В., заместитель
начальника института по науке, д.т.н., доцент, Хаустов С.Н., начальник
кафедры, к.т.н., ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС**

России, г. Воронеж

**Лагунов В.С. д.т.н., Воронежский государственный технический
университет, г. Воронеж**

Рассмотрены особенности формирования заданных структур полимеров под воздействием физических полей и исследования комбинированных внешних воздействий в виде нагрева и силовых воздействий на свойства композиционных материалов.

В настоящее время существует немало способов изготовления изделий из полимерных материалов (ПМ), но большинство из них технологически сложны. Среди прогрессивных технологий, используемых для создания полимерных пленочных высоко ресурсных и огнестойких покрытий, выделяется способ, заключающийся в реализации возможностей управлять структурой сложного полимера посредством формирования надмолекулярных образований за счет термомеханических воздействий.

Проведенные разными исследователями [1, 2] эксперименты показали принципиальную возможность увеличения на 25÷30% и более отдельных показателей физико-механических свойств деталей из ПМ, полученных посредством комбинированного воздействия на структуру материала физических полей.

Составы комбинированных полей складываются от силового, теплового и магнитного внешних воздействий. В зависимости от требований, предъявляемых к материалам нередко используют воздействие одного или двух полей.

Указанное открывает перед разработчиками комплектующих и агрегатов машин и технологического оборудования новые широкие возможности по созданию уплотнительных и триботехнических узлов, обладающих высокими эксплуатационными показателями, включая повышенную огнестойкость, то актуально для многих отраслей народного хозяйства.

Особое место занимают исследования комбинированных внешних воздействий, многостадийного нагрева и силовых воздействий на свойства композиционных материалов [1]. Так, одновременное воздействие сил, вызывающих деформацию и нагрев материала при сварке до температуры плавления кристаллов фторопласта-4, позволяет не только устранить, «залечить» дефекты в волокнах, но и осуществить дополнительную ориентацию кристаллов параллельно направлению действия внешней силы.

Влияние термомеханической обработки на свойства КМ подтверждают данные табл. 1. Очевидно, что совместное

термомеханическое воздействие приводит к увеличению показателей прочности на растяжение в 1,2–1,4 раза, а рост нагрузки при растяжении достигает 1,6-1,7 раз.

Укажем еще на важный момент, который необходимо учитывать, формируя требования к материалам из КМ, процессам их изготовления и эксплуатационным условиям деталей для техники. Это касается влияния наполнителя на свойства изделия и выбор рационального связующего для сложных конструкций из КМ.

Таблица 1
Результаты совместного воздействия нагрева и деформации на свойства КМ

Исследуемые материалы	Прочность при растяжении, МПа	Нагрузка при сжатии, МПа
Без растяжения		
«Нафтлен»	46,8	430
«Даклен»	63,8	520
«Нафтлен» и пленка Ф-4	51,3	520
«Даклен» и пленка Ф-4	62,3	640
С термомеханической обработкой (растяжение пленки и нагрев)		
«Нафтлен» и пленка Ф-4	69,4	870
«Даклен» и пленка Ф-4	76,3	1100

Существует много разных методик оценки свойств пленок, шаржированных наполнителями; сложных конструкций, содержащих иницирующие элементы; пленок, обволакивающих и облегающих более жесткие частицы и т.п. Отметим наиболее важные результаты: на качество соединения при помощи сварки фторопластовой пленки и ткани наиболее благоприятное влияние оказывает медный порошок в количестве $2,78 \cdot 10^{-3}$ г/см² [4].

Использование твердого никеля, обладающего более слабыми, чем медь, обволакивающими свойствами, не всегда способствует сохранению упорядочения слоев фторопласта. При большом количестве порошка никеля процессы разрушения преобладают над процессами образования адгезионных мостиков связи, поэтому наблюдается нарушение поверхностных слоев Ф-4.

Укажем на некоторые примеры использования металлических связующих для закрепления тканевого материала на несущих элементах корпуса подшипника скольжения. Благодаря металлическим связующим наблюдается значительное улучшение теплофизических характеристик всего триботехнического узла.

В этом случае тепло генерируется в зоне трения подшипникового узла лучше, следовательно, значительно эффективнее и быстрее оно отводится от зоны сопрягающихся поверхностей на корпус через металлические вкрапления (полосы), чем через полимер. Помимо чисто технических параметров, когда повышается работоспособность системы, благодаря применения таких КМ происходит повышение огнестойкости узлов машины.

При этом в зависимости от вида связующего (клей, олово, свинец) существенно изменяются основные показатели, являющиеся оценкой антифрикционных свойств конструкций. Так, для материалов «Нафтлен» и «Даклен» коэффициент трения при использовании клея Н-88 равен соответственно 0,24 и 0,25, а при использовании баббита 0,15 и 0,16; для свинца имеем соответственно 0,14 и 0,15.

Проведенный анализ позволяет установить круг наиболее важных требований к деталям на основе композиций из полимерных материалов, являющихся определенной гарантией высоких эксплуатационных показателей деталей и элементов машин и оборудования, обладающих при этом необходимыми показателями пожаро- и взрывоопасности. Чтобы обеспечить эти свойства необходимо проводить формирование заданных структур полимеров под воздействием комбинированных внешних воздействий посредством физических полей в виде нагрева и силовых воздействий на структуру и свойства композиционных материалов.

Список литературы

1. Козлов Г.В. Ангармонические эффекты и физико–механические свойства полимеров. [Текст]. Г.В. Козлов, Д.С. Солдатов. - Новосибирск: Наука, 1994. - 257с.
2. Лагунов В.С. Системные исследования структурированных полимеров. Монография. [Текст]. В.С. Лагунов, В.Н. Старов, Е.А. Бойков. – Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2005. – 151 с.
3. Лагунов В.С. Особенности изготовления и свойства полимерно тканевых композиционных материалов. [Текст]. В.С. Лагунов и др. // Пластические массы.1991. № 10. С. 35-37.
4. Паншин Ю.А. Фторопласты. [Текст]. Ю.А. Паншин, С.Г. Маклевич, Ц.С. Дунаевская. - М.: Химия, 1982.- 317 с.

АНАЛИЗ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИЙ И СТРУКТУР СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

**Старов В.Н., профессор, д.т.н., профессор, Калач А.В., заместитель
начальника института по науке, д.х.н., доцент, Хаустов С.Н., начальник
кафедры, к.т.н., ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС**

России, г. Воронеж

**Лагунов В.С. д.т.н., Воронежский государственный технический
университет, г. Воронеж**

Приведен анализ свойств, конструкций, структур специальных полимерных материалов для разных технологий их получения, включая комбинированные внешние воздействия на структуры.

Проведем анализ основных направлений изготовления узлов и деталей на основе композиционных полимерных материалов (КПМ) на примере фторопласт-4 (обозначен как Ф-4). Учтем позиции классификации КПМ на три большие группы в виде: чистого фторопласта, композиций на основе фторопласта – 4 и компонентов с покрытиями из фторопласта - 4. Особо остановимся на толсто- и тонкослойных покрытиях, основой которых является материал фторопласт-4.

Технологические процессы создания деталей из КПМ сложны, поэтому существует много технологий получения фторопластовых композиций. Структуры композиций во многом определяются способом получения переходного слоя, в зависимости от которого выбирается конструкция детали, отдельного фторопластового покрытия и композиции в целом.

Покрытия деталей машин фторопластом принято условно делить на толстослойные (размером свыше 1 мм) и тонкослойные, имеющие толщину менее 1 мм. Для получения толстослойных покрытий на подложках требуется выполнить несколько операций. Одной из них, как правило, общей для всех, является получение адгезионного переходного слоя.

На рис 1. приведена схема строения покрытия, получаемого из блочного фторопласта-4 с пористым слоем на его поверхности, соединяемой с подложкой. В этом случае переходный пористый слой 2 представляет собой систему сообщающихся пор, полученных различными способами на одной из сторон блочного фторопласта. Закрепление полимера на подложке 3 происходит при помощи связующего клея, резины, которые проникают в поры и создают с ними каркас зацепления.

Помимо пор соединяемые поверхности можно активировать, что облегчит их контактные процессы. Схема строения покрытия на основе блочного Ф-4 (1) с активированной поверхностью (2) представлена на рис. 2.

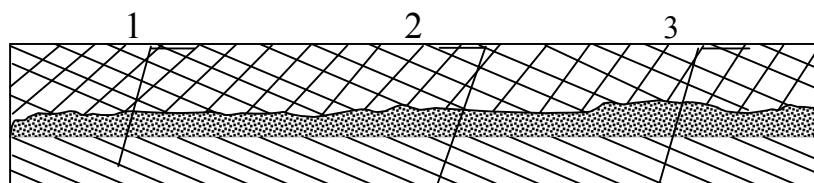


Рис. 1. Строение покрытия из блочного фторопласта-4 с пористым слоем: 1 – фторопласт - 4; 2 – переходный пористый слой; 3 – подложка

Структура этого покрытия схожа со структурой покрытия, описанного выше. Здесь неровности адгезионного блочного фторопласта-4 взаимодействуют с неровностями поверхности, между ними происходит механическое заклинивание, т.е. полученным адгезионным слоем 2 полимер крепится на подложке 3. Активизация поверхности полимера происходит под воздействием коронного электрического разряда или воздействием на Ф-4 паров лития в вакууме [2].

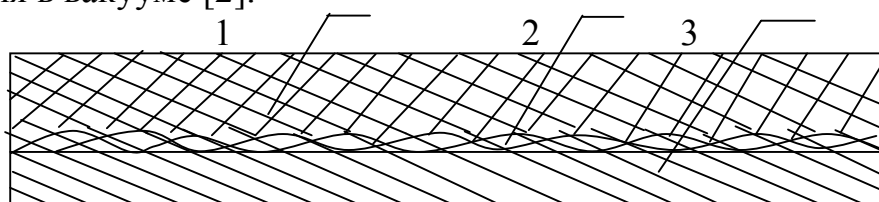


Рис. 2. Строение покрытия на основе блочного фторопласта-4 с активированной поверхностью: 1 – фторопласт-4; 2 – адгезионный слой; 3 – подложка

Иная схема строения представлена на рис. 3. Схема этого покрытия сложная: блочный фторопласт-4 (1), на одну из поверхностей которого нанесена смесь из высокодисперсных порошков металлических частиц неправильной формы.

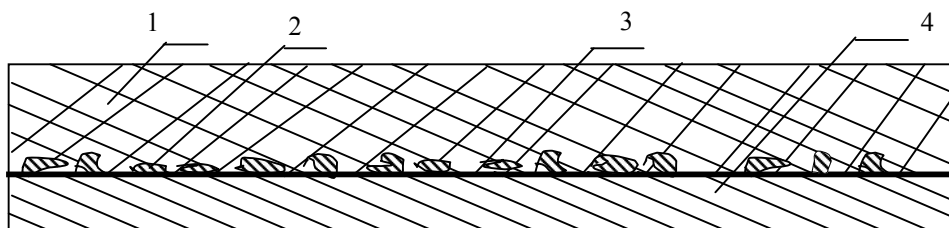


Рис. 3. Строения покрытия с переходным слоем из частиц металла, внедренных в полимер: 1 – фторопласт-4; 2 – опрессованные частицы металла в полимер; 3 – адгезия; 4 – подложка

В поверхностный слой полимера частицы внедряют при помощи прессования или вдавливания. Закрепляется покрытие 1 с подложкой 4 благодаря активированной поверхности 3, создаваемой на поверхности подложки при помощи наносимого слоя [3].

На рис. 4 представлена схема соединения подложки 3 с Ф-4 (поз. 1) и с переходным металлическим слоем 2. В отличие от предыдущей схемы переходный слой 2 формируется на поверхности подложки 3, а в дальнейшем на него производится напрессовка блочного фторопласта-4. По

этой схеме в переходном слое применяют частицы меди, бронзы, железа, приваренные или припаянные к металлической подложке [3].

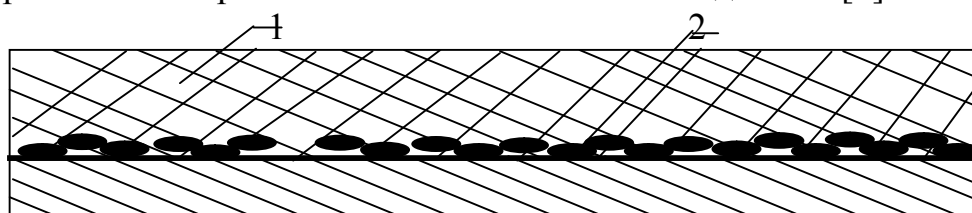


Рис. 4. Строение покрытия с переходным металлическим слоем: 1 - блочный фторопласт-4; 2 - переходный металлический слой; 3 - подложка.

Строение переходного слоя по схеме, представленной на рис. 5, получено комбинированным способом. Вначале на подложку 4 электролитическим способом наносят частицы полимера 2, затем они закрепляются слоем 3 электролитически осажденного металла. Сверху полученного переходного слоя накладывают блочный фторопласт 1. Цельность покрытия получают совместным прессованием всех слоев, затем проводят их спекание [2].

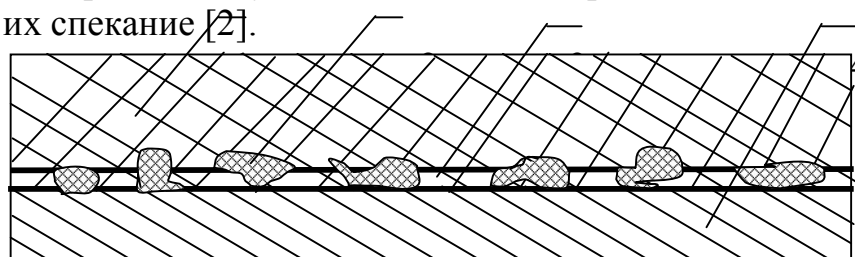


Рис. 5. Строение покрытия с комбинированным переходным слоем: 1 - блочный фторопласт-4; 2 - частицы полимера; 3 - слой металла; 4 - подложка

Как видно из анализа приведенных выше схем для получения композиций и создания покрытий со сложной структурой требуется следующее: определенная толщина пленочного фторопласта- 4; специально подготовленная подложка. Технология получения таких покрытий требует наличия подложки плоскостных или иных форм. В итоге имеем технологический цикл из трудоемких операций.

Выделим недостатки таких видов покрытий. Это материалоемкость, трудоемкость, энергоемкость, ограниченность ассортимента изделий, наличие значительного по толщине переходного слоя со связующими, неравномерность свойств покрытия по толщине и другие.

Многих указанных недостатков лишены тонкослойные покрытия. Они представляются нам наиболее перспективными для уплотнительных и триботехнических узлов. Такие покрытия более эластичны и как показывает анализ существующих способов их получения, они более технологичны.

Существует несколько основных способов получения тонкослойных покрытий. Одним из самых сложных процессов получения покрытия является процесс многократного нанесения и термической обработки полимера.

Несмотря на то, что данным способом возможно получать сложные геометрические формы покрытия, этот процесс не получил широкого распространения на практике.

Сущность другого процесса заключается в том, что на предварительно обработанную песком поверхность подложки наносят тонкий слой суспензии или фторопластового лака, затем проводят термообработку. Процесс повторяют несколько раз до получения монолитного слоя нужной толщины. Суспензия или лак проникают в микронеровности на пескоструйной поверхности подложки, а при термообработке происходит контакт между подложкой и полимером.

Этим способом можно получать тонкослойные покрытия сложной формы, однако такая технология сложна, трудоемка, а в процессе активирования поверхности полимера происходит значительное выделение токсичных веществ. В связи с недостатками, присущими данным технологическим способам, они не получили широкого применения.

По мнению многих исследователей [3] и нашему тоже, перспективными видами покрытий являются комбинированные покрытия на основе фторопластовых волокон. Технология получения таких покрытий имеет несколько вариантов, рассмотрим основные из них.

На рис. 6 представлена схема строения покрытия на основе фторопластовых волокон. На фторопластовую пленку 1 укладывают во взаимно перпендикулярных направлениях фторопластовые волокна 2. Поверх укладывают слой из скрученных волокон термопластического полимера 3.

Слои волокон пропитывают винилфенольной смолой 4. Полученный пакет закрывают сверху пленкой из фторопласта-4. Затем проводят полимеризацию связующего. После удаления полимерных пленок готовое покрытие можно применять в изделиях.

Недостаток такого типа покрытий в том, что взаимодействие между фторопластовыми волокнами и волокнами термопластичного полимера происходит через связующее. При этом у такого типа покрытий после отверждения связующего отсутствует эластичность и при приложении значительных нагрузок, а также при перепаде температур происходит расслоение материала [3].

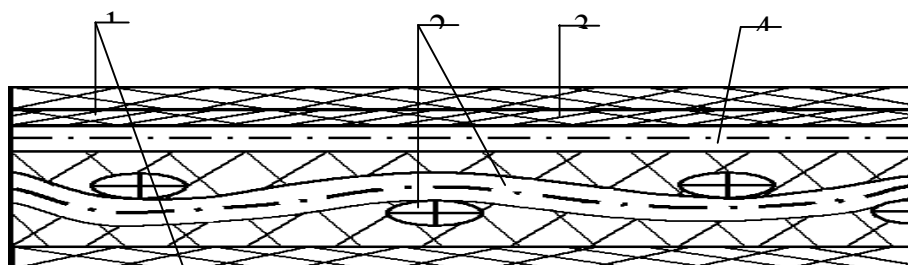


Рис. 6. Схема покрытия на основе нескрученных фторопластовых волокон: 1 - пленка фторопласта-4; 2 - фторопластовые волокна; 3 - волокна термопластического полимера; 4 – связующее.

Таковы некоторые особенности свойств материалов изготовленных из композиционных полимеров.

Список литературы

1. Козлов Г.В. Ангармонические эффекты и физико–механические свойства полимеров. [Текст]. Г.В. Козлов, Д.С. Солдатов. - Новосибирск: Наука, 1994. - 257с.
2. Лагунов В.С. Системные исследования структурированных полимеров. Монография. [Текст]. В.С. Лагунов, В.Н. Старов, Е.А. Бойков. – Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2005. – 151 с.
3. Цисман В.А. Химия и технология полимеров. [Текст]. В.А. Цисман. - М.: Химия, 1984. - 121 с.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЯДЕРНЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

**Хаустов С.Н., начальник кафедры, к.т.н.,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Методика оценки инженерной обстановки при воздействии ядерных средств поражения (ЯСП) зависит от вида воздействия и соответственно математических моделей прогнозирования последствий ЧС военного времени.

В основу математических моделей прогнозирования последствий ЧС военного времени положена причинно-следственная связь двух процессов: воздействия поражающих факторов на объект и сопротивления самого объекта этому воздействию. Оба эти процесса носят ярко выраженный случайный характер.

К основным факторам, влияющим на последствия ЧС относятся: интенсивность воздействия поражающих факторов; размещение города, НП относительно очага воздействия; характеристики грунтов; конструктивные решения и прочностные свойства зданий и ЗС; плотность застройки и расселения людей в пределах города, НП; размещение людей в зданиях, ЗС в течение суток и в зоне риска в течение года. Перечисленные характеристики называют пространственно-временными факторами. В качестве поражающего фактора при расчете последствий ЧС принимают фактор, вызывающий основные разрушения и поражения при воздействии ЯСП.

Воздействия, связанные с ЧС военного времени, описывают в виде аналитических, табличных или графических зависимостей. Эти зависимости позволяют определить интенсивность поражающих факторов той или иной ЧС в рассматриваемой точке. Зависимости, определяющие поля поражающих факторов при прогнозировании последствий ЧС, называют **моделями воздействия**, имея в виду, что они характеризуют интенсивность и масштаб воздействий.

Процесс сопротивления воздействию описывается законами разрушения и поражения. Законы разрушения характеризуют ущерб

зданиям, ЗС, а законы поражения - уязвимость людей в зонах ЧС военного времени. Эти термины являются основными по прогнозированию последствий ЧС при воздействии ЯСП.

Под **законами разрушения здания, сооружения** понимают зависимость между вероятностью его повреждения и расстоянием до здания, ЗС или интенсивностью проявления поражающего фактора. Если эта зависимость от расстояния, то закон называют **координатным законом разрушения**. В случае, когда зависимость получают от поражающего фактора, закон называют **параметрическим законом разрушения**. При оценке последствий ЧС при воздействии ЯСП наибольшее распространение получили параметрические законы разрушения.

Графическое изображение координатного и параметрического законов разрушения приведено на рис. 1.

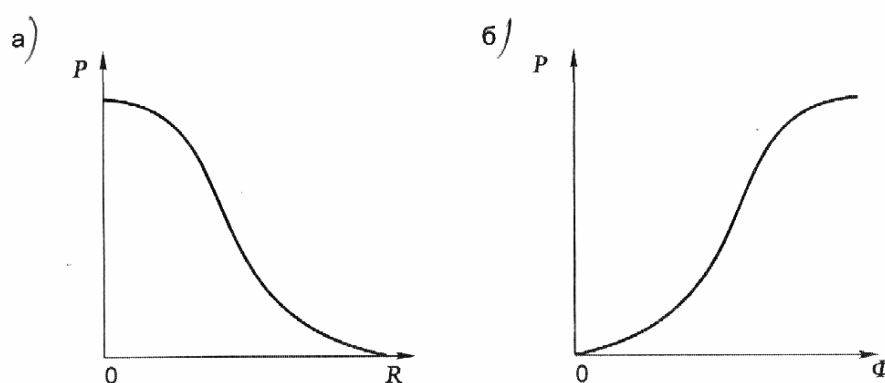


Рис. 1. Координатный (а) и параметрический (б) законы разрушения (поражения):

P — вероятность; R — расстояние от центра очага до объекта; Φ — интенсивность поражающего фактора

1. Законы разрушения зданий, сооружений

Законы разрушения зданий, ЗС получают на основе анализа и обобщения статистических материалов по разрушению жилых, общественных и промышленных зданий от воздействий поражающих факторов ЯСП.

2. Законы поражения людей

Под **законом поражения людей** будем понимать зависимость вероятности поражения людей от интенсивности поражающего фактора. Параметрические законы поражения людей, размещенных в зданиях, ЗС получены на основании теоремы полной вероятности. В расчетах учитываются общие, безвозвратные и санитарные потери, которые могут произойти при получении зданием, ЗС одной из степеней повреждения, образующих полную группу несовместных событий. На рис. 2, в качестве примера, приведен общий вид законов поражения населения, то есть вероятность поражения P (%) от воздействия поражающего фактора Φ для ЯСП.

Задача по прогнозированию последствий воздействия ЯСП в больших городах, НП решается следующим образом. Город (населенный пункт) разбивается на элементарные площадки, а их координаты представляются точкой, расположенной в центре площадки. Шаг сетки назначается в зависимости от точности расчета.

Точность расчета определяется следующим образом. Прогнозируются потери населения при первой подготовке исходных данных. Затем число элементарных площадок увеличивают и производят повторное вычисление. Для каждой площадки подготавливаются исходные данные, включающие: характеристику застройки; численность людей.

Задача по определению последствий в малых НП региона решается аналогично. При этом НП в целом может рассматриваться в виде одной элементарной площадки, а ее координаты в этом случае представляются точкой в центре данного НП.

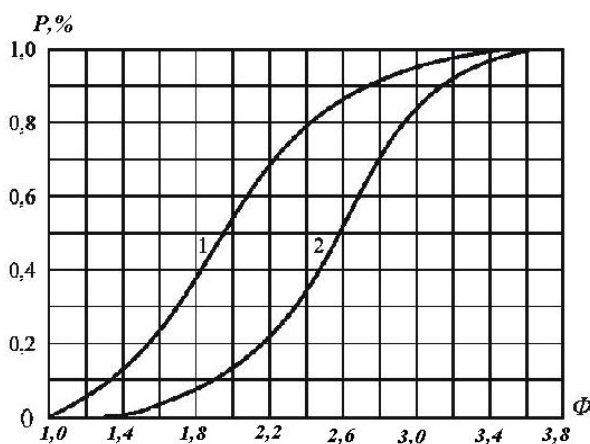


Рис. 2. Общий вид законов поражения населения:
1 – общие потери; 2 – безвозвратные потери

При прогнозировании могут встретиться два расчетных случая: если интенсивность и координаты места воздействия ЯСП заблаговременно заданы; когда воздействие рассматривается в виде вероятностной модели. При заданном значении поражающего фактора Φ для 1-го расчетного случая эта задача решается следующим образом. Принимается, что в пределах рассматриваемой площадки здания, ЗС размещаются с отдельной плотностью (количество зданий, ЗС, приходящихся на единицу площадки с соответствующими координатами). При вероятностной модели воздействия (случай 2) весь возможный диапазон интенсивности воздействия поражающего фактора делится на интервалы $d\Phi$. Затем для каждого интервала решается задача с учетом одновременного наступления двух событий: события, состоящего в том, что здания, ЗС получат степень повреждения d при значении поражающего фактора из этого интервала, и события, заключающегося в том, что в пределах рассматриваемой площадки города будет действовать поражающий фактор с интенсивностью из рассматриваемого интервала.

Объем завалов в очаге поражения ЯСП является основным показателем, влияющим на масштабность инженерно-спасательных работ. При этом тип застройки в пределах рассматриваемой площадки размещается с плотностью застройки в относительных единицах. Такую информацию можно взять с карты или плана.

Анализ натурной информации по характеру разрушения застройки показал, что при полном разрушении здания или ИС практически полностью превращаются в обломки, образуя завалы в виде обелисков. При разрушении зданий или ИС на ступень ниже полной в расчетах можно принять, что объемы завалов составляют примерно 50% от объемов завалов в случае их полного разрушения.

Методы прогнозирования рассчитываются с применением ЭВМ и используются заблаговременно при составленных программ по расчету прогнозирования инженерной обстановки.

Известно, что исходными данными при прогнозировании инженерной обстановки являются: возможные поражающие факторы; характеристики застройки города (НП); разбивка города (НП) на элементарные площадки; условия размещения населения; характеристики грунтов; показатели ПОО; климатические и погодные условия.

Далее формируются модели: воздействия ЯСП, аварий и катастроф; сопротивления воздействию; разрушения зданий и ЗС; поражения людей; образования завалов. На основе этого и производится оценка инженерной обстановки, которая включает: зонирование территорий по степени повреждения зданий, сооружений и объемам завалов; состояние коммунально-энергетических сетей; протяженность заваленных улиц (завалов); количество укрываемых в заваленных зданиях и защитных сооружениях; потери среди укрываемых в разрушенных зданиях и защитных сооружениях.

Список литературы

1. Акимов В.А. и др. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. Учебное пособие. М., 2004.
2. Баринов В.А. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них. Учебное пособие. М., 2003.
3. Бахметьев А.М. и др. Методы оценки и обеспечение безопасности ядерных энергетических установок. М., 1998.
4. Брык Д.И., Шульгин В.Н. Усилить защиту населения города от взрывов террористов. Журнал Гражданская защита № 2. М., 2005.
5. Брык Д.И., Шульгин В.Н. Методика определения параметров воздушной ударной волны при террористических актах со взрывами конденсированных взрывных веществ в условиях городской застройки. Комплексная безопасность России – исследования, опыт. Международный симпозиум. 26-27 мая 2004 года. Сборник материалов. ФГУ ВНИИ ГОЧС. М., 2004.

6. Шульгин В.Н. и др. Инженерная защита населения. Часть 1. Основы инженерной защиты и жизнеобеспечения населения. Раздел 2. Основы инженерной защиты населения. Учебное пособие. Новогорск, 2000.

7. Шульгин В.Н. и др. Инженерная защита населения. Часть 1. Основы инженерной защиты и жизнеобеспечения населения. Раздел 3. Основы жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях военного и мирного времени. Новогорск, 1999.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ПОРАЖЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА И ЭТАПЫ ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНОЙ ОБСТАНОВКИ

Хаустов С.Н., начальник кафедры, к.т.н., ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж

а) Степень поражения города

При нанесении противником ядерных ударов по городам следует ожидать сложную инженерную обстановку. Для её оценки в органах управлений ГОЧС еще недостаточно широко пользуются оперативными методами. С помощью этих методов по минимальным исходным данным о ядерных ударах, плотности населения и степени его защищенности в сжатые сроки рассчитывают основные параметры, характеризующие возможную инженерную обстановку в городе. Задача может решаться еще заблаговременно в мирное, а также и в военное время. В мирное время результаты решения данной задачи могут быть использованы при планировании, для выработки рекомендаций по ИЗН и другим мероприятиям, а также на учениях и тренировках.

Обстановка на территории города ориентировочно оценивается с помощью показателя, характеризующего **степень поражения города (СПГ)** или ущерб, обозначаемый величиной D . Степень поражения города (D) это отношение площади города, называемой зоной поражения, где избыточное давление (ΔP_{ϕ}) во фронте ВУВ составляет $\Delta P_{\phi} \geq 30$ кПа ($0,3$ кгс/см²) $S_{0,3}$, ко всей его площади $S_{Г}$.

$$D = \frac{S_{0,3}}{S_{Г}} \quad (1)$$

Между СПГ (D) и характером разрушения застройки существует взаимосвязь, приведенная в табл. 1.

Таблица 1

Степень поражения города и характер разрушения городской застройки

Степень поражения города, D	Плотность ядерных ударов, кт/км ²	Характер степени разрушения застройки
$D < 0,2$	менее 1	слабая
$0,2 < D < 0,5$	1 -4	средняя
$0,5 < D < 0,8$	4-9	сильная
$D > 0,8$	более 9	полная

Степень поражения города D можно определить двумя способами: графическим и аналитическим. Рассмотрим последовательность определения СПГ(D) при одиночном ядерном ударе противника. Из геометрического центра города радиусом R_r очерчивается окружность. Далее определяется радиус поражения с $\Delta P_\phi = 0,3$ кгс/см² и вычерчивается площадь поражения города с данным давлением. Расчетные схемы определения СПГ (D) при одиночном ядерном ударе приведены на рис. 1.

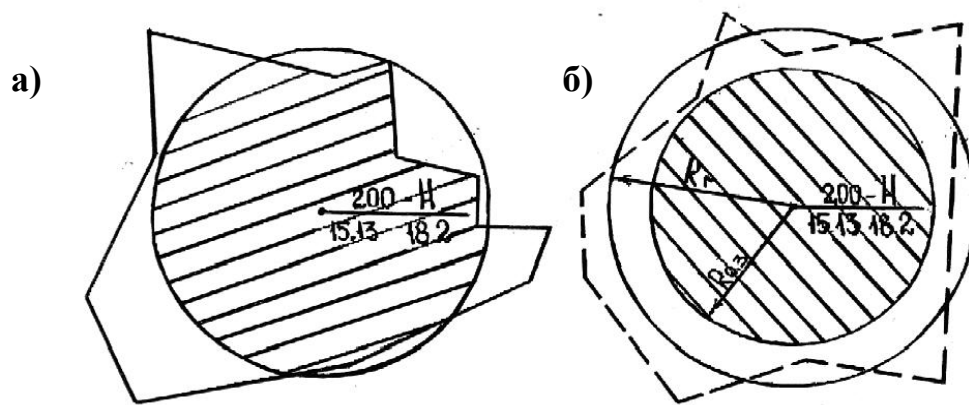


Рис. 1 Расчетные схемы для определения степени поражения города (D) при одиночном ядерном ударе:

$R_{0,3}$ - радиус поражения с $\Delta P_\phi = 0,3$ кгс/см²; R_r - радиус города

Первый способ – графический (см. рис. 1 а): на план города или на карту наносятся данные о ядерном взрыве (эпицентр взрыва, мощность); очерчивается зона с радиусом поражения (R_n), где давление составляет 30 кПа ($0,3$ кгс/см²) и определяется величина $S_{0,3}$; определяется площадь поражения города по координатной сетке плана города, S_r ; определяется

$$D = \frac{S_{0,3}}{S_r}$$

СПГ как отношение

Второй способ - аналитический, когда город можно представить круговым объектом - отношение длины города к ширине не превышает числа 2, а за точку прицеливания принят центр города (см. рис. 2 б):

1. Определяется радиус поражения города с использованием справочников для наземного ядерного взрыва. Радиус $R_{0,3}$ можно определить по приближенной формуле, полученной из законов подобия

$$R_{0,3} = 0,54q^{0,33}, \text{ км}, \quad (2)$$

где q - мощность боеприпаса в кт;

0,54 - расстояние, где давление для боеприпаса мощностью $q=1$ кт составляет $0,3$ кгс/см².

2. Определяется зона поражения города с давлением $0,3$ кгс/см²

$$S_{0,3} = \pi R_{0,3}^2, \text{ км}^2.$$

3. Вычисляется СПГ, $D = S_{0,3}/S_r$.

При групповом ядерном ударе по территории города степень его поражения определяется также двумя способами.

Расчетные схемы определения степени поражения города (Д) при групповом ядерном ударе приведены на рис. 2.

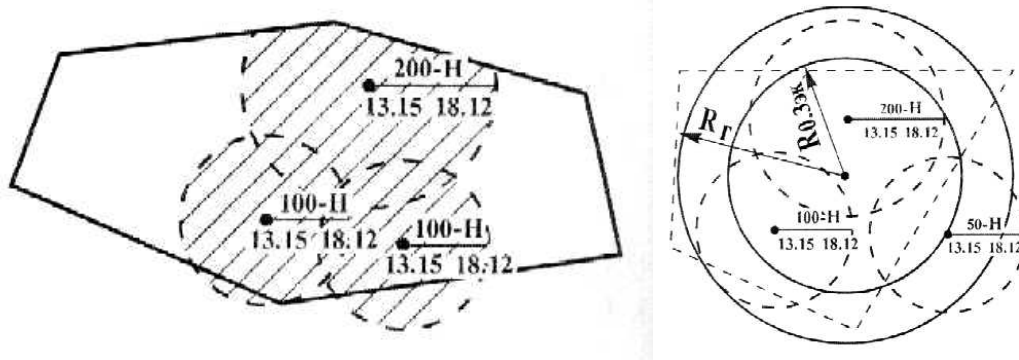


Рис. 2 Расчетные схемы для определения степени поражения города (Д) при групповом ядерном ударе:

$R_{0,3}$ - радиус поражения с $\Delta P_{\phi} = 0,3 \text{ кгс/см}^2$; R_{Γ} - радиус города

Первый способ - графический (см. рис. 2, а): на план наносят зоны, где давление составляет 30 кПа ($0,3 \text{ кгс/см}^2$) в очаге поражения каждого ядерного взрыва; границы одноименных соприкасающихся зон возможного поражения объединяют и очерчивают по внешним контурам сплошными линиями; площадь поражения города S_{Γ} определяется по координатной сетке каждого города; определяется СПГ (Д).

Второй способ - аналитический (см. рис. 2 б):

1. При расчете групповой удар по территории города заменяется одиночным эквивалентным взрывом. Мощность такого эквивалентного взрыва $q_{\text{ЭК}}$ определяется по следующей формуле

$$q_{\text{ЭК}} = \left[\sum_{i=1}^m n_i q_i^{2/3} \right]^{3/2}, \text{ кг}, \quad (3)$$

где n_i - количество боеприпасов в i -й группе;

q_i - мощность боеприпасов в i -й группе;

m - количество групп боеприпасов с одинаковой мощностью.

Формула (3) получена с учетом предпосылки, что площади разрушения боеприпасов не перекрываются. Тогда площадь поражения эквивалентным боеприпасом можно выразить зависимостью

$$\pi \cdot R_{\text{ЭК}}^2 = \pi \cdot R_1^2 n_1 + \pi \cdot R_2^2 n_2 + \dots + \pi \cdot R_i^2 n_i = \pi \sum_{i=1}^m R_i^2 n_i \quad \text{или} \quad R_{\text{ЭК}}^2 = \sum_{i=1}^m R_i^2 n_i \quad (4)$$

$$\text{Из закона подобия имеем} \quad \frac{R_{\text{ЭК}}}{R_i} = \frac{\sqrt[3]{q_{\text{ЭК}}}}{\sqrt[3]{q_i}} \quad \text{или} \quad R_i = \frac{R_{\text{ЭК}} \sqrt[3]{q_i}}{\sqrt[3]{q_{\text{ЭК}}}} \quad (5)$$

Подставляя это выражение в первое уравнение, получим:

$$R_{\text{ЭК}}^2 = \sum_{i=1}^m \frac{R_{\text{ЭК}}^2 q_i^{2/3} n_i}{q_{\text{ЭК}}^{2/3}} \quad \text{или} \quad R_{\text{ЭК}}^2 = \frac{R_{\text{ЭК}}^2}{q_{\text{ЭК}}^{2/3}} \sum_{i=1}^m q_i^{2/3} n_i \quad (6)$$

$$q_{\text{ЭК}}^{\frac{2}{3}} = \sum_{i=1}^m q_i^{\frac{2}{3}} n_i, \text{ или } q_{\text{ЭК}} = \left[\sum_{i=1}^m (n_i q_i^{\frac{2}{3}}) \right]^{\frac{3}{2}}, \quad (7)$$

Отсюда имеем
 При одинаковых по мощности боеприпасах формула (7) примет вид

$$q_{\text{ЭК}} = n^{\frac{3}{2}} q, \text{ кт}, \quad (8)$$

где q – мощность одного боеприпаса, кт.

2. Вычисляется радиус поражения эквивалентного взрыва, то есть

$R_{0,3\text{ЭК}}$

$$R_{0,3\text{ЭК}} = 0,54 q_{\text{ЭК}}^{0,33}, \text{ км}. \quad (9)$$

3. Рассчитывается зона поражения города $S_{0,3\text{ЭК}}$

$$S_{0,3\text{ЭК}} = \pi \cdot R_{0,3\text{ЭК}}^2, \text{ км}^2. \quad (10)$$

4. Находится СПГ (D) по следующей формуле

$$\dot{A}_i = \frac{S_{0,3\text{ЭК}}}{S_{\dot{A}}}. \quad (11)$$

б) *Этапы оценки инженерной обстановки*

Оценку инженерной обстановки проводят в три этапа:

Первый этап - предварительная (заблаговременная) оценка. Расчеты проводят в мирное время с целью планирования мероприятий по ИЗН. Определение потерь населения в городе на первом этапе прогнозирования производят из условия, что город получил степень поражения $D=0,7$. Для оценки инженерной обстановки на первом этапе принимают, что к моменту нападения противника все ЗС приведены в готовность и заполнены по нормам

Второй этап - оценка обстановки производится сразу после получения соответствующими органами управления ГО ЧС данных о воздействии противника с целью подготовки предложений для принятия решения. На этом этапе уточняются результаты прогнозирования последствий нападения противника, полученные в мирное время при заблаговременной оценке инженерной обстановки.

Третий этап - оценка обстановки проводится с учетом данных разведки. Результаты оценки инженерной обстановки на данном этапе дают наиболее достоверную картину, складывающуюся в городе.

Список литературы

1. Бахметьев А.М. и др. Методы оценки и обеспечение безопасности ядерных энергетических установок. М., 1998.
2. Брык Д.И., Шульгин В.Н. Усилить защиту населения города от взрывов террористов. Журнал Гражданская защита № 2. М., 2005.
3. Брык Д.И., Шульгин В.Н. Методика определения параметров воздушной ударной волны при террористических актах со взрывами конденсированных взрывных веществ в условиях городской застройки. Комплексная

безопасность России – исследования, опыт. Международный симпозиум. 26-27 мая 2004 года. Сборник материалов. ФГУ ВНИИ ГОЧС. М., 2004.

4. Шульгин В.Н. и др. Инженерная защита населения. Часть 1. Основы инженерной защиты и жизнеобеспечения населения. Раздел 2. Основы инженерной защиты населения. Учебное пособие. Новогорск, 2000.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОБЫЧНЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

**Хаустов С.Н., начальник кафедры, к.т.н.,
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж**

Очаг поражения и краткая характеристика поражающих факторов обычных средств поражения.

Очагом поражения, создаваемым от воздействия ОСП, называется территория, в пределах которой при массированном воздействии противником таких средств в городах и ОЭ могут возникнуть массовые поражения людей, большие по масштабам разрушения зданий и сооружений. В отличие от очага ядерного поражения этот очаг носит не сплошной, а местный (локальный) характер. При воздействии противником ОСП по городам очаги поражения могут возникать на важных ОЭ, а также в пределах жилой зоны. При этом воздействие будет осуществляться выборочно, в первую очередь будут поражаться пожаро-, взрыво-, химически- и радиационно-опасные и другие стратегические объекты.

Очаги поражения от ОСП подразделяют на простые и сложные (комбинированные). Простые характеризуются одновременным применением только фугасных, осколочных и зажигательных боеприпасов. Сложные - одновременным применением различных типов боеприпасов и ракет.

Осколочные поражения и огневое воздействие возникают от взрыва всех типов боеприпасов, но наибольшую опасность поражения этим факторам представляют специальные, осколочные и зажигательные боеприпасы. Показателями зажигательных средств являются время горения (от 5 до 15 мин.) и температура горения (от 1200 до 3000°С). Показателями осколочных боеприпасов являются плотность осколков и дальность их разлета.

Основными поражающими факторами при косвенном воздействии являются: пожары; загазованность; катастрофическое затопление территории и мест проведения инженерно-спасательных работ фекалиями и водой; заражение территорий АХОВ.

Поражающее действие обычных средств поражения на объекты экономики.

Разрушение зданий и ЗС в очаге поражения ОСП возможно как при прямом попадании, так и при взрыве вблизи них. Разрушения больших зданий (как по размерам в плане, так и по высоте) ОСП будет носить, как

правило, локальный характер. При этом часть здания может быть полностью разрушена, в то же время оставшаяся часть может не иметь каких-либо серьезных повреждений.

Принято считать, что здания, ЗС могут получить полное, сильное, среднее и слабое разрушения. **Полное разрушение** характеризуется разрушением и обрушением от 50 до 100% объема зданий ЗС, **сильное** - разрушением от 30 до 50% объема зданий ЗС, **среднее** - до 30%, при этом подвалы сохраняются, часть помещений здания пригодна для использования. **Слабое разрушение** характеризуется разрушением второстепенных элементов здания (оконных, дверных заполнений и перегородок), при этом здание после небольшого ремонта может быть использовано.

Радиус разрушения здания, ЗС (R_p) при взрыве фугасных авиационных бомб (ФАБ) может быть определен исходя из условия, что энергия взрывной (сферической) ударной волны E_o , действующей на площадь преграды, удаленной от центра взрыва на расстояние, равное (R_p), больше или равна энергии, необходимой для разрушения преграды (U_p).

Известно, что

$$E_B = \frac{E_o \cdot \eta \cdot C_{эф}}{d \cdot 4\pi \cdot R_p^2} \cdot S ; \quad U_p = U_o S d , \quad (1)$$

где E_o - энергия, выделяющаяся при взрыве 1 кг ВВ, кг;

η - коэффициент, учитывающий долю энергии, идущей на разрушение;

$\pi = 3,14$.

$C_{эф} = K_{эф} \cdot C$, кг - эффективная мощность взрыва ВВ, приведенная к тротилу (вес заряда ВВ в боеприпасе приведен к весу тротила);

U_p - энергия, вызывающая заданную степень разрушения преграды (стены), кДж/м³;

U_o - энергия, требуемая для разрушения единицы объема преграды (стены), кДж/м³;

d - толщина конструкций преграды (стены), м;

S - площадь преграды (стены), м².

$$R_p^2 = \frac{E_o \cdot \eta \cdot C_{эф}}{U_o \cdot d \cdot 4\pi} ,$$

Приравнивая $E_o = U_p$, получим равенство

$$R_p = \sqrt{\frac{E_o \cdot \eta}{4\pi U_o}} \cdot \sqrt{\frac{C_{эф}}{d}}$$

тогда можно записать следующее выражение

(2)

При известных E_o , η и U_o получим

$$R_p = K \sqrt{\frac{C_{эф}}{d}} , \quad (3)$$

где K - коэффициент, м^{3/2}/кг^{1/2};

$C_{эф}$ - вес заряда ВВ в боеприпасе приведен к весу тротила и равен

$$C_{эф} = C K_{эф}, \text{ кг.} \quad (4)$$

В формулах 3 и 4 следующие параметры:

$K_{эф}$ - коэффициент эффективности ВВ (для тротила $K_{эф}=1,0$);

K - коэффициент, зависящий от применяемого ВВ и материала строительной конструкции, принимается равным: при расчете разрушений отдельного здания: $K=0,6$ - для кирпичных стен; $K=0,25$ - для железобетонных конструкций; при оперативном определении разрушения на ОЭ и в жилой застройке принимается усредненное значение $K=0,5 \div 0,6$;

d - толщина стен, принимают: $d=0,3$ м - для панельных зданий и $d=0,5$ - для кирпичных зданий;

C - вес заряда ВВ в применяемом противником боеприпасе, кг.

Величина коэффициента эффективности ВВ ($K_{эф}$) по отношению к тротилу принимается по табл. 1.

Таблица 1

Коэффициент эффективности ВВ по отношению к тротилу

Вид ВВ	Тротил	Трионал	Гремучая смесь	ТНРС	Гексоген	ТЭН	Тетрил	Аммагол	Аммиачная селитра	Дымный порох
$K_{эф}$	1,0	1,53	0.41	0,39	1,3	1,39	1,12	0,99	0,34	0,66

Вес заряда ВВ в боеприпасах (C) и число разрушаемых перекрытий ($n_{пер}$) можно определить по табл. 2.

Ориентировочно для расчетов иногда можно принять, что вес заряда ВВ в боеприпасе равен одной четвертой от калибра боеприпаса в фунтах.

Защитные сооружения могут так же разрушаться, как при прямом попадании боеприпаса, так и при взрыве боеприпасов вблизи них. Встроенные ЗС при прямом попадании боеприпаса в здание разрушаются при условии, если взрыв произошел на поверхности перекрытия ЗС, то есть при пробивании боеприпасом всех междуэтажных перекрытий здания. Отдельно стоящее ЗС при прямом попадании боеприпаса будет разрушено.

Таблица 2

Вес заряда взрывчатого вещества в боеприпасах (C) и число разрушаемых перекрытий ($n_{пер}$)

Калибр авиабомбы (фунтов). Индекс ракеты	Вес ВВ, кг (трионал)	Число разрушаемых перекрытий ($n_{пер}$), ед.
1	2	3
100	28	1-2
250	62	1-2
500	128	2-3
750	177	3-4
1000	270	4-5
УР "Булпап"	170(тротил)	4-5
УР "Мейверик"	-	1-2
УР "Мартель"	55	2-3

Радиус разрушения при взрыве на поверхности защитной толщии перекрытия убежища можно определить по формуле

$$r_p = m \cdot K_p \cdot \sqrt[3]{C_{эф}}, \text{ м}, \quad (5)$$

где m - коэффициент, учитывающий забивку, принимается равным от 1 до 1,3 (при отсутствии грунтовой засыпки $m=1,0$);

K_p - коэффициент податливости материала, разрушенного взрывом (для железобетона $K_p = 0,3$).

Поражающее действие ОСП на промышленные и жилые зоны оценивается степенью поражения этих зон. При этом под промышленной и жилой зоны следует понимать отдельные ОЭ или жилые массивы. Степень поражения зоны обычными средствами поражения $D^{осп}$ определяется как отношение площади промышленной или жилой зоны " S_p ", оказавшейся в пределах полных и сильных разрушений застройки, к площади застройки рассматриваемой зоны " $S_з$ ":

$$D^{осп} = \frac{S_p}{S_з} \quad \text{- для ОЭ}; \quad D^{осп} = \frac{S_p}{S_{жс}} \quad \text{- для жилой зоны}, \quad (6)$$

где $S_p = \pi \cdot R_p^2$ - площадь разрушения;

$S_з = S_{об} \cdot \rho$ - площадь застройки ($S_{об}$ - площадь ОЭ; ρ - плотность застройки);

$S_{жс}$ - площадь жилой зоны.

В зависимости от величины степени поражения при ОСП ($D^{осп}$) считают, что промышленная и жилая зоны могут получить четыре степени разрушения: слабую, среднюю, сильную и полную. Исходя из этих условий и оцениваются показатели обстановки на ОЭ или в конкретной жилой зоне.

Характер разрушения промышленной и жилой зоны в зависимости от степени поражения $D_{осп}$ можно определить по табл. 3.

Таблица 3

Характер разрушения промышленной и жилой зоны

Степень поражения	Степень разрушения	Плотность бомбометания, т/км ²		
		Способ бомбометания		Высокоточное оружие
		площадное	прицельное	
менее 0,2	слабая	10	5	4
$0,2 < D_{осп} < 0,5$	средняя	20	15	12
$0,5 \leq D_{осп} < 0,8$	сильная	40	30	18
$D_{осп} \geq 0,8$	полная	80	50	40

Из табл. 3 видно, что степени поражения и разрушения ОЭ или жилой зоны можно определить, зная плотность бомбометания в т/км² и способ бомбометания.

Прогнозирование инженерной обстановки в промышленной и жилой зонах после применения противником обычных средств поражения.

Инженерная обстановка, которая может возникнуть после применения противником ОСП, оценивается в три этапа.

На *первом этапе* осуществляется прогноз инженерной обстановки в мирное время с целью обоснованного планирования мероприятий по ИЗН.

На *втором этапе* оценка инженерной обстановки производится сразу после получения соответствующими органами управления ГОЧС данных о воздействии противника с целью подготовки предложений для принятия решения. На этом этапе уточняются результаты прогнозирования последствий нападения противника, полученные при заблаговременной оценке инженерной обстановки.

На *третьем этапе* осуществляется уточнение инженерной обстановки с учетом данных разведки.

Для оценки инженерной обстановки на первом этапе принимаются предпосылки: варианты загрузки средств доставки с учетом наиболее эффективного воздействия противником по ОЭ; бомбометание по ОЭ осуществляется прицельно по наиболее важным элементам; по жилой зоне бомбометание производится как по площадной цели; поражение категорированных ОЭ осуществляется высокоточным оружием; к моменту нападения противника все ЗС приведены в готовность и заполнены по нормам.

На первом и втором этапах определение показателей осуществляется исходя из степени поражения объекта, определенной по формуле (6).

При этом площадь разрушения (S_p) определяется по формуле

$$S_p = S_{p.бн.} \cdot N_c \cdot n_{бн.}, \quad (7)$$

где $S_{p.бн.} = \pi R_p^2$ - площадь разрушения одним боеприпасом;

N_c - количество самолетов;

$n_{бн.}$ - количество боеприпасов, в боекомплекте одного самолета.

Список литературы

1. Акимов В.А. и др. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. Учебное пособие. М., 2004.
2. Алтунин А.Т. Формирования гражданской обороны в борьбе со стихийными бедствиями. М., 1998.
3. Баринов В.А. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них. Учебное пособие. М., 2003.
4. Бахметьев А.М. и др. Методы оценки и обеспечение безопасности ядерных энергетических установок. М., 1998.
5. Брык Д.И., Шульгин В.Н. Усилить защиту населения города от взрывов террористов. Журнал Гражданская защита № 2. М., 2005.
6. Брык Д.И., Шульгин В.Н. Методика определения параметров воздушной ударной волны при террористических актах со взрывами конденсированных взрывных веществ в условиях городской застройки. Комплексная безопасность России – исследования, опыт. Международный симпозиум. 26-27 мая 2004 года. Сборник материалов. ФГУ ВНИИ ГОЧС. М., 2004.

7. Шульгин В.Н. и др. Инженерная защита населения. Часть 1. Основы инженерной защиты и жизнеобеспечения населения. Раздел 2. Основы инженерной защиты населения. Учебное пособие. Новогорск, 2000.

8. Шульгин В.Н. и др. Инженерная защита населения. Часть 1. Основы инженерной защиты и жизнеобеспечения населения. Раздел 3. Основы жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях военного и мирного времени. Новогорск, 1999.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ, СОПРОВОЖДАЮЩИХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ, НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ СЫРЬЕ, ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ И ВОДУ

**Хаустов С.Н., начальник кафедры, к.т.н., Бокадаров С.А.,
преподаватель, к.т.н., ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС
России, г. Воронеж**

**Емельянов А.Б., Воронежский государственный университет
инженерных технологий, г. Воронеж**

Защита продуктов питания, воды и фуража от воздействия факторов массового поражения рассматривается в комплексе мероприятий, проводимых гражданской обороной, и является важным средством в сохранении работоспособности населения, продуктивности сельскохозяйственных животных. Она организуется в целях обеспечения личного состава формирований гражданской обороны и населения качественными продуктами питания и водой, а сельскохозяйственных животных - фуражом и водой в целях сохранить живучесть тыла и выполнить поставленные задачи в условиях чрезвычайной ситуации.

Защита от массового поражения должна быть направлена:

- продовольствия, воды, пищевого и комбикормового сырья, кормов, фуража – на предотвращение или снижение заражения их с целью сохранения от потерь и исключение заражения ими людей и животных;

- сельскохозяйственных животных - на максимально возможное сохранение поголовья, их продуктивности и рациональное использование продукции, полученной от пораженных животных;

- сельскохозяйственных растений - на максимально возможное снижение потерь урожая, рациональное использование полученной продукции, а также обеспечение кормами сельскохозяйственных животных.

Из всех возможных поражающих факторов сопровождающих чрезвычайные ситуации мирного и военного времени для объектов с/х производства наиболее вероятны и опасны такие, как радиоактивные, химическое и бактериальное заражение местности. Эти виды заражения могут возникнуть при авариях на АЭС, химически опасных объектах, а также в результате применения в военное время современных средств поражения.

Целесообразность такого рассмотрения определяется еще и тем, что в результате аварии на ЧАЭС многие регионы России оказались в зоне повышенного радиоактивного заражения. К таким регионам относится и Воронежская область, в которой, примерно 1,5 % территории имеет плотность загрязнения по цезию 137 свыше 1 Ки/км². Такое загрязнение выявлено на территории почти 10 районов области. На территории области имеется около 50 химически опасных объектов, в случае аварии создающих реальную угрозу химического заражения территорий.

Заражение радиоактивными веществами. Радиоактивные осадки загрязняют не укрытые продовольствие, корма, воду, вследствие чего они могут оказаться опасными для потребления людьми и животными.

Таблица 1

Глубина проникновения радиоактивных веществ в различные продукты и корма, см:

Наименование	Глубина проникновения
пористые продукты (хлеб, сухари)	на глубину пор
Мука	0,5 - 1
Сахарный песок	1,5 - 2
Зерно	3
Сток сена	до 20
овощи, фрукты	прилипают к поверхности
мясо парное, остывшее	прилипают к поверхности

В жидких продуктах (молоко, масло) крупные частицы оседают, а мелкие образуют взвесь.

Продукция растениеводства, выращенная на зараженной местности, может иметь структурное заражение, Молоко, а иногда и мясо, полученные от пасшихся на загрязненных участках животных, могут содержать радиоактивные вещества в количествах, исключающих возможность употребления в пищу, особенно для детей.

Водоемы загрязняются при подводных ядерных взрывах и при выпадении радиоактивных осадков из воздуха. Оседая на дно, они заражают обитателей водоема и придонную растительность. Заражение водоемов усиливается за счет смывания радиоактивных веществ с окружающей территории ливнями и тальми водами. В загрязненных водоемах могут погибнуть рыба, ее икра и другие обитатели.

Поскольку внешнее облучение ослабляется водой, в поражении рыбы значительную роль играют бетта-излучатели, попадающие в организм с кормом и водой. Средняя летальная поглощенная доза для рыбы составляет 2 тыс. рад. с колебаниями для различных видов рыб от 0,6 до 5,5 тыс. рад.

Крупные водоемы, особенно быстротекущие реки, быстро очищаются от радионуклидов. В мелких водоемах, шахтных колодцах загрязнение сохраняется продолжительное время.

Заражение отравляющими веществами. Заражение возможно только стойкими отравляющими веществами, которые представляют опасность для заражения незащищенного продовольствия, воды, фуража во всех вариантах их применения: капельножидком, твердом (в виде аэрозолей - тумана,

дыма) и в газообразном (парообразном) состоянии. Капли жидких отравляющих веществ и аэрозолей (последнее в меньшей степени) проникают в тароупаковочные материалы из дерева на глубину до 5 - 10 мм, фанеры -3-4 мм и пропитывают брезент, картон, 4-х - 5-ти слойную бумагу, многие полимерные пленки, мешочную ткань (таблица 2). Растворяясь и впитываясь, они заражают незащищенные продукты. Глубина проникновения отравляющих веществ в продукты питания, особенно сыпучие, в несколько раз больше, чем в тароупаковочные материалы. При этом в твердых жирах, сливочном масле, комбижире, маргарине она постепенно увеличивается. В растительных маслах капли ОВ и аэрозоли растворяются и могут распространиться на всю массу.

Таблица 2

Глубина проникновения отравляющих веществ в различные продукты и корма, см:

Наименование	ФОВ	Иприт
Сено, солома в стогах	до 20	до 25
Сено, солома прессованная	-	12
Зернофураж открытый	5 -6	5
Зернофураж в мешках	-	1 - 2
Крупы	10	до 7
Вермишель	16	10 – 12
Мука, манная крупа	0,5 - 1	0,5 – 2
Песок сахарный	8 - 12	6 – 8
Хлеб (буханка)	2	0,5
Мясо мороженное, фрукты, корнеплоды	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5
Мясо остывшее жир животный, твердый	5 - 6	5 – 7
Масло растительное, молоко	на всю глубину	

Пары отравляющих веществ легко проникают с воздухом через неплотности помещения, негерметичную тару и упаковку и концентрируются в большей степени в муке, крупе, картофеле, овощах - в наружном слое, в хлебе - главным образом в корке, а в соли, сахарном песке, вследствие их малой способности удерживать пары отравляющих веществ - в нижележащих слоях. В мясе они заражают в первую очередь участки, покрытые жиром.

Продовольствие, находящееся в очаге бактериологического поражения, при хранении на открытых площадках и в негерметичных помещениях, подвергается опасности заражения возбудителями инфекционных заболеваний, прежде всего незатаренные или негерметично упакованные продукты питания. На зараженной местности бактериальные рецептуры длительное время сохраняют свои поражающие свойства, особенно при низких температурах и в пасмурную погоду (несколько недель и более). Они могут выживать на внутренних поверхностях помещений и тары, а также в различных пищевых продуктах, где микроорганизмы активно размножаются.

Таким образом, чтобы уберечь от заражения радиоактивными, отравляющими веществами и бактериальными средствами продукты питания и воду, необходимо прежде всего максимально изолировать их от внешней среды. В домашних условиях основным способом защиты продуктов питания и запасов воды от заражения является герметизация квартир, домов, кладовых, хранение продуктов в герметически закрывающейся таре или в упаковке из защитных материалов.

Список литературы

1. Позняковский В. М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров: Учебник. - Новосибирск: Издательство Новосибирского университета, 2009.
2. Жизнь и радиация./ Национальный Совет по радиологической защите [Великобритания]; Перевод с англ. Г. В. Архангельской, Е. К. Понкрашевой; Под ред. П. В. Рамзаева. - М.: Энергоатомиздат, 2008.
3. «Основы безопасности жизнедеятельности» / М. П. Фролов, Е. Н. Литвинов, А. Т. Смирнов и др. Под редакцией Ю. Л. Воробьева. 2009, ООО «Издательство АСТ».
4. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ (с изменениями, внесенными в соответствии с Федеральным законом от 22.08.2004 г. № 122-ФЗ).

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ АППАРАТОВ ЗАЩИТЫ ОТ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ВОЗМОЖНЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЗВИТИЯ

**Хоменко В.С., Национальный университет гражданской защиты
Украины, г. Харьков**

Согласно статистике в странах СНГ, если все пожары принять за 100%, то до 25% из них в среднем составляют пожары из-за нарушения правил пожарной безопасности при эксплуатации электрооборудования [1].

Основной причиной пожаров – являются тепловые проявления электрической энергии, которые возникают в результате возникновения аварийных режимов в электроустановках. Основными аварийными режимами являются: короткие замыкания (КЗ) и токовые перегрузки. Поэтому есть необходимость определения возможных перспективных направлений развития и постоянного совершенствования аппаратов защиты электрических сетей: в частности автоматических выключателей.

Современные автоматические выключатели (автоматы) предназначены для автоматической защиты электрических сетей и оборудования от аварийных режимов (токов короткого замыкания, токов перегрузки, снижение или исчезновение напряжения, возникновения

магнитного поля мощных генераторов в аварийных условиях и др.), а также для нечастой коммутации номинальных токов (6-30 раз в сутки). Для обеспечения селективной (избирательной) защиты в автоматах предусматривается возможность регулирования уставок по току и по времени. Быстродействующие автоматы снижают время срабатывания и ограничивают ток отключения, сопротивлением возникающей электрической дуги в автомате.

Особенности конструкции и принцип действия современного автомата определяются его назначением и сферой применения.

Включение и выключение автомата может производиться вручную, электродвигательным или электромагнитным механизмом.

Ручной привод применяется при номинальных токах до 200 А и обеспечивает гарантируемую предельную коммутационную способность вне зависимости от скорости движения рукоятки, включающего, (оператор должен делать операцию включения решительно: начав – доводить до конца).

Важной составной частью автомата является расцепитель, который контролирует заданный параметр защищаемой цепи, и влияет на устройство, которое отключает автомат. Наиболее широкое применение получили расцепители следующих типов:

- электромагнитные для защиты от токов короткого замыкания;
- тепловые для защиты от перегрузок;
- комбинированные;
- полупроводниковые, обладающие большой стабильностью параметров срабатывания и удобством в настройке.

Для коммутации цепи без тока или для жидких коммутаций номинального тока могут применяться автоматы без расцепителей.

Автоматические выключатели, которые выпускаются промышленностью, рассчитаны на:

- применение в разных климатических поясах;
- размещение в местах с разными условиями эксплуатации;
- работу в условиях, различных по механическим воздействиям и по взрывоопасности среды.

Эти автоматические выключатели имеют разную степень защиты от прикосновения и от внешних воздействий.

Для выбора самых надежных автоматических выключателей необходимо проанализировать различные их типы. Информация о конкретных типах аппаратов, их типоразмерах и типоразмерах приведена в нормативно-технических документах. Как правило, таким документом является Технические условия (ТУ) завода. В некоторых случаях с целью унификации для изделий, имеющих широкое применение и производство несколькими предприятиями, уровень документа повышается (иногда до уровня Государственного стандарта).

Автоматические выключатели различаются по номинальному току I_n . При $I_n < 1500$ А, это автоматические выключатели низкого напряжения. Существует много разновидностей автоматических выключателей, рассмотрим для сравнения несколько автоматических выключателей. Основными являются АВ серий: ВА 47-29, АЕ 1031, АП50Б, из зарубежных это АВ серии TemDin, TemBreak и другие [2].

Таблица 1. Сравнительные характеристики автоматических выключателей.

Технические характеристики	ВА 47-29	ВА88-32	АП50Б	Те mDin
Номинальное рабочее напряжение, В	230/400	до 400	до 500	240/415
Номинальный ток, А	1 - 63	12,5-125	1-63	0,5 - 63
Частота тока, Гц	50	50	50	50/60
Самый большой выключающий ток, кА	3-4,5	12,5	3,5	6-10
Электрический износ циклов, (Вкл.-Выкл.)	6000	1500	25000	30000
Механический износ циклов, (Вкл.-Выкл.)	20000	8500	50000	-
Электромагнитный расцепитель характеристика срабатывания	B, C, D	C, D	B, C	B, C, D

В современных условиях эксплуатации наибольшее внимание уделяется защитным характеристикам автоматических выключателей. В защитной характеристике отображается время, за которое отключается электроустановка от источника питания при возникновении перегрузки или короткого замыкания $\tau = f(\frac{I^2}{I_{ном. расц.}^2})$,

где I – сила тока в электрической сети;
 $I_{ном. расц.}$ – номинальный ток расцепителя.

В характеристике срабатывания В соотношение $\frac{I^2}{I_{ном. расц.}^2}$ равно 3-5 раз;

С равна 5-10 раз; D равна 10-14 раз.

Для выполнения правил пожарной безопасности предпочтительно использовать автоматические выключатели с защитными характеристиками типа В, в связи с меньшим соотношением I к $I_{ном. расц.}$, потому что время срабатывания при одинаковых токах перегрузки меньше, чем у автоматических выключателей с защитными характеристиками типа D [3].

Поэтому возможные перспективные направления развития автоматических выключателей, в основном и связаны с уменьшением времени срабатывания при значительных перегрузках и токов короткого замыкания. Возможности отключать не всю электрическую сеть, а часть электрической сети или электроустановку где возникла перегрузка или короткое замыкание. Уменьшение габаритных размеров и веса устройств, за счет использования новых технологических решений и новейших технологий.

Список литературы

1. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках: Підручник. – Харків, 2010. – 569 с.
2. Автоматические выключатели серии ВА-88. Киев. Интерэлектрокомплект. 2004. 40 с.
3. Компоненты систем электроснабжения и автоматизации в промышленности. Киев, 2003, 84 с.

К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМЕ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

**Христич В.В. к.т.н., доцент, Маляров М.В. к.т.н., доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Современное развитие общества характеризуется всевозрастающей ролью информационных воздействий, которые представляют собой совокупность различных информационных инфраструктур и субъектов, осуществляющих сбор, формирование, распространение и использование информации. Массовая компьютеризация, внедрение и развитие новейших информационных технологий привели к существенным изменениям в сферах образования, бизнеса, промышленного производства, научных исследований и социальной жизни. Информация превратилась в глобальный ресурс человечества [1].

Современный переход в хранении информации с бумаги на цифровые носители поставил новый и очень важный вопрос о том, как эту информацию защитить, поскольку очень большое количество различных факторов влияет на сохранность данных, в том числе и конфиденциальных.

Сегодня для организации безопасного хранения данных, первым делом проводится анализ влияющих факторов - угроз, что позволяет правильно спроектировать схему информационной безопасности.

Существует несколько основных принципиальных типов угроз информационной безопасности, которые требуют обязательного внимания – естественные и искусственные угрозы [2].

Первый тип - естественные угрозы. К ним относятся пожары, наводнения, ураганы, удары молний и другие стихийные бедствия и явления, которые не зависят от человека. Наиболее частыми среди этих

угроз являются пожары. Для обеспечения безопасности информации, необходимым условием является оборудование помещений, в которых находятся элементы системы (носители цифровых данных, серверы, архивы и пр.), противопожарными датчиками, назначение ответственных за противопожарную безопасность и наличие средств пожаротушения.

Соблюдение всех этих правил даст возможность минимизировать потери информации от естественных угроз, в частности, от пожара. Если помещения с носителями ценной информации располагаются таким образом, что они подвержены угрозе наводнения, то единственное что можно предпринять в данной ситуации - это исключить хранение носителей информации на первых этажах здания, которые подвержены затоплению. Еще одной естественной угрозой являются молнии. Очень часто при ударах молнии выходят из строя сетевые карты, электрические подстанции и другие устройства. Особенно ощутимые потери, при выходе сетевого оборудования из строя, несут крупные организации и предприятия. Во избежание подобных проблем соединительные сетевые кабели экранируются, а экран кабеля заземляется. Для предотвращения ущерба от молнии устраиваются заземления, а компьютеры и серверы комплектуются источниками бесперебойного питания.

Второй тип угроз – искусственные, которые делятся на непреднамеренные и преднамеренные. Непреднамеренные угрозы - это действия, которые совершают люди по неосторожности, незнанию, невнимательности или, в частности, из-за любопытства. К такому типу угроз относят установку программных продуктов, которые не входят в список необходимых для работы персонала, а в последствии могут стать причиной нестабильной работы ПК, системы в целом, что может привести к потере информации. Сюда же можно отнести и другие действия, в частности, персонала, которые не являлись злым умыслом, а совершавшие их, не осознавали всех последствий. Этот вид угроз тяжело поддается контролю. Недостаточно, чтобы персонал был квалифицирован, необходимо чтобы каждый осознавал риск, возникающий при его несанкционированных действиях.

Преднамеренные угрозы – это угрозы, связанные со злым умыслом физического преднамеренного вывода системы из строя, и, возможно, её последующего разрушения. К преднамеренным угрозам относятся внутренние и внешние воздействия. Однако, несмотря на распространенное мнение, крупные компании несут потери зачастую не от хакерских атак, а по вине своих же сотрудников. И известно немало таких примеров.

К внешним преднамеренным угрозам можно отнести угрозы хакерских атак. В таком случае, при условии, что информационная система связана с глобальной сетью Интернет, то для предотвращения хакерских атак необходимо использовать межсетевой экран, так называемый firewall, который может быть, как встроен в оборудование, так и реализован программно.

Соблюдение всех мер предосторожности и защиты [3] от возможных потенциальных угроз, в частности, перечисленных выше, позволит достаточно надежно защитить информацию.

Список литературы

1. Информационная безопасность и защита информации Мельников В.П. и др. / Под ред. Клейменова С.А.– М.: ИЦ "Академия", 2008.– 336 с.
2. Современная компьютерная безопасность. Теоретические основы. Практические аспекты. Щербаков А. Ю. – М.: Книжный мир, 2009.– 352 с.
3. Стандарты информационной безопасности Галатенко В.А.– М.: Интернет-университет информационных технологий, 2006. – 264 с.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА СРЕДСТВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ НАВОДНЕНИЙ

**Соболь А.Н. д.т.н., Чапля Ю.С.
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Среди всех опасных природных процессов наводнения отличаются не только масштабами воздействия поражающих факторов, но и продолжительностью. Особенностью данных процессов, как и некоторых других чрезвычайных ситуаций природного характера, является то, что предупредить их возникновение практически невозможно. Вместе с тем, хорошо спланированные, четко и своевременно проведенные мероприятия по ликвидации последствий наводнений обеспечивают возможность избежать больших потерь населения и значительно снизить экономический ущерб.

По данным ООН с 1998 – 2008 гг. во всём мире от наводнений пострадало более 150 млн. человек. Статистика свидетельствует и о другом: по повторяемости, площади распространения и суммарному среднегодовому материальному ущербу наводнения занимают первое место в ряду известных стихийных бедствий. Что же касается человеческих жертв и материального ущерба, то в этом отношении наводнения занимают второе место после землетрясений.

Не является исключением и Украина. Так, ежегодно повторяющиеся на протяжении последних 20 лет наводнения на территории Западных областей и областей Днепропровского бассейна (Днепропетровская, Киевская, Запорожская области) разнятся исключительно интенсивностью протекания.

Таким образом, существует научно-прикладная проблема повышения эффективности мероприятий по минимизации последствий наводнений различных видов. Одной из задач, направленных на решение указанной проблемы, является определение рационального количества средств проведения аварийно-спасательных работ при наводнениях.

Рассмотрим постановку указанной задачи:

$$\min_W Z(Z', Z''), \quad (1)$$

где W :

$$R^* = \arg \min T(C'_\lambda, C_\mu, R), \quad \lambda = 1, \dots, \lambda^*; \mu = 1, \dots, \mu^*; \quad (2)$$

$$T(Z'_\eta, C'_\lambda, C_\mu, R^*) \leq T^*, \quad \eta = 1, \dots, \eta^*; \quad (3)$$

$$\bigcup_{\eta=1}^{\eta^*} Z'_\eta = Z'; \quad (4)$$

$$\bigcup_{\gamma=1}^{\gamma^*} Z''_\gamma = Z''. \quad (5)$$

Здесь Z' - количество средств эвакуации, причем η^* - количество видов средств эвакуации; Z'' - количество средств проведения аварийно-восстановительных работ, причем γ^* - количество видов данных средств; C_μ - населенные пункты, в которые эвакуируется население из населенных пунктов C'_λ ; R^* - оптимальная сеть дорог между населенными пунктами; T^* - время, отведенное на эвакуацию.

Таким образом, решение задачи (1)÷(5) позволит осуществить:

- размещение необходимых ресурсов с учетом рельефа местности и прогнозируемых последствий наводнений;
- разработать оптимальные маршруты движения;
- обеспечить эффективное проведение эвакуации населения из зоны чрезвычайной ситуации.

Список литературы

1. Авакян А.Б., Полюшкин А.А. Наводнения. - М.: Знание, 1989. - 46 с.
2. Осипов В.И. Природные катастрофы на рубеже XXI века // Вестн. РАН. - 2001. - № 4. - С. 291-302.
3. Авакян А.Б. Природные и антропогенные причины наводнений. // Основы Безопасности Жизнедеятельности. - 2001. - № 9. - С. 22-27.
4. Субботин А.С. Основы гидротехники. - Л.: Гидрометеиздат, 1976 г. - 368 с.
5. Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. - Л.: Гидрометеиздат, 1988. - 184 с.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ
СИНТЕЗАТОРОВ ЧАСТОТ С УГЛОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ**

**Берлёв С.В., преподаватель
Воронежский институт МВД России, г. Воронеж**

Теоретический анализ использования цепей компенсации и автокомпенсации для коррекции модуляционных характеристик цифровых синтезаторов частот с частотно-модулированными управляемыми генераторами.

В настоящее время в радиотехнике, в частности в системах подвижной УКВ-радиосвязи, широкое применение получили частотно-модулированные цифровые синтезаторы частот (ЧМЦСЧ) с делителем частоты с переменным коэффициентом деления (ДПКД) в цепи обратной связи, при этом в имеющейся научно-технической литературе описаны ЧМЦСЧ с компенсацией и автокомпенсацией искажений классическим методом двухточечной угловой модуляции (ЧМ12), при котором для компенсации искажений модулирующее воздействие подается на модулирующий вход управляемого генератора (УГ) и через интегратор на модулирующий вход фазового модулятора (ФМ), включенного в опорный канал между делителем частоты с фиксированным коэффициентом деления (ДФКД) и импульсно-фазовым детектором (ИФД). Для автокомпенсации искажений используется тот же ФМ, включенный между ДФКД и ИФД, сигнал управления которого формируется каналом обратной связи, состоящим из усилителя постоянного тока (УПТ) и инвертора (ИНВ).

Основным достоинством описанных в литературе классических двухточечных методов модуляции ЧМ12 является возможность получения равномерной амплитудно-частотной модуляционной характеристики синтезаторов, форма которой практически не зависит от инерционности ФНЧ в канале управления, что позволяет расширить полосу пропускания этого фильтра, а, следовательно, улучшить динамические свойства ЧМЦСЧ, что важно при использовании их в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения, в том числе при создании устройств охранно-пожарной сигнализации.

Однако на практике реализовать классический метод модуляции ЧМ12 с компенсацией или автокомпенсацией искажений не представляется возможным, так как выпускаемые в настоящее время микросхемы цифровых синтезаторов частот (ЦСЧ) объединяют в одном корпусе этой микросхемы ДФКД, ДПКД и ИФД, что не позволяет включать ФМ между ДФКД и ИФД.

В связи с этим актуальной является задача разработки и исследования схем ЧМЦСЧ с двухточечной угловой модуляцией, использующих микросхемы ЦСЧ, в которых для компенсации и автокомпенсации искажений имелась бы возможность включения ФМ в опорном канале до микросхемы ЦСЧ. Более того, с точки зрения улучшения отношения сигнал/шум желательно использовать ФМ на более высоких частотах, чем частота сравнения ИФД. Однако значение этих частот ограничивается невозможностью реализации линейного режима работы ФМ при заданном соотношении частот опорного кварцевого генератора (ОКГ) и УГ.

Одними из наиболее важных узлов ЧМЦСЧ, в основном определяющих модуляционные параметры, являются импульсно-фазовый модулятор (ИФМ) и интегратор. В ЧМЦСЧ для осуществления широкополосной модуляции ИФМ можно включать между выходом ДФКД и опорным входом ЧФД или между выходом ДПКД и другим входом ЧФД [1]. Для получения практически неискаженной частотной модуляции модулирующее напряжение U_M надо подавать в ИФМ через интегратор. В ЧМЦСЧ можно использовать такой интегратор, в котором начальное напряжение на его выходе $U_{ин}$ (при $t=0$) можно задавать независимо от входного напряжения.

Теоретические исследования показали, что эта возможность реализуема при использовании дополнительного делителя частоты (ДЧ) сигнала опорного кварцевого генератора, осуществляющего деление частоты ОКГ до такого значения, при котором с одной стороны реализуется линейный режим работы ФМ, а с другой стороны обеспечиваются необходимые условия работы ДФКД микросхемы ЦСЧ.

Схемы ЧМЦСЧ с компенсацией и автокомпенсацией искажений с дополнительным ДЧ в опорном канале являются практически реализуемыми на основе современных интегральных микросхем цифровых синтезаторов частот, имеющих объединенные в один блок ДФКД, ДПКД и ИФД.

Экспериментально полученные амплитудно-частотные характеристики (АЧХ), характеризующие реакцию системы импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАПЧ) на паразитные воздействия, вызванные действием дестабилизирующих факторов на узлы ЧМЦСЧ, подтверждают выводы теоретических исследований о преимуществе автокомпенсационного метода модуляции перед компенсационным методом модуляции ЧМ12 с точки зрения получения меньшей ПЧМ выходного сигнала ЧМЦСЧ.

Список литературы

1. Underhill M. J. and Scott R. J. H. Wideband frequency modulation of frequency synthesizers // Electronics Letters. – 2005. - №13. - P. 393-394.

ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

**Васюков А.Е. д.х.н., с.н.с., Лобойченко В.М., к.х.н., Карлюк А.А.,
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков**

В наше время, в случае возникновения на предприятии чрезвычайной ситуации, а именно, пожара, на качество воды, которая используется для тушения, не обращают внимания. В то время как применение воды, содержащей большое количество неорганических веществ, может способствовать коррозии оборудования и привести к быстрому износу дорогостоящей техники. В докладе показано, что с целью уменьшения отрицательных последствий оптимальным является источник слабоминерализованной воды, или воды с очень низким содержанием солей. Однако на предприятиях инспекторы гостехнадзора проверяют лишь рабочее состояние пожарных кранов, не оценивая качества воды в них.

Цель работы - выбор оптимального параметра для экспресс-оценки качества воды, которая используется для пожаротушения на предприятиях. Отмечено, что в качестве показателя качества воды могут выступать ее разные параметры - рН, сухой остаток, жесткость, минерализация и т.п.

По нашему мнению, оптимальным параметром для экспресс-оценки качества воды для пожаротушения, является минерализация. Именно этот показатель количественно характеризует суммарный ионный состав воды.

Суммарное содержание ионов в воде можно быстро определить путем измерения электропроводности [1] с помощью компактных переносных приборов - кондуктометров. Их современные модификации имеют эргономичный дизайн, просты в использовании и имеют возможность присоединения к ПК. Диапазон измерений кондуктометров составляет в среднем $(0 - 2) \times 10^5$ мкСм/см, что позволяет определять минерализацию воды в интервале от 10 мг/л до 50 г/л. Время анализа – 2 – 3 мин. Это дает возможность при проверке предприятия оценить на месте состав используемой для пожаротушения воды и выдать, в случае необходимости, рекомендации по улучшению ее качества.

Таким образом, экспресс-оценка минерализации воды позволяет определить качество воды, используемой для тушения пожара на предприятии, и, как следствие, дает возможность уменьшить затраты на обслуживание техники для пожаротушения и минимизировать отрицательные последствия пожаротушения.

Список литературы

1. Н.И. Воробьев. Применение измерения электропроводности для характеристики химического состава природных вод [Текст] / Н.И. Воробьев — М.: 1963. — 144 с.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ ПО ПАРАМЕТРАМ ЦВЕТНОСТИ

**Рудаков О.Б., д.х.н., профессор
Воронежский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Воронеж**
**Грошев Е.Н., начальник ОПО, ФГБОУ ВПО Воронежский институт
ГПС МЧС России, г. Воронеж**
**Кудухова И.Г.,
И.В. Бочарникова, Воронежский государственный архитектурно-
строительный университет, г. Воронеж**
**Рудакова Л.В. к.х.н., доцент
Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н.
Бурденко, г. Воронеж**

Возможности применения цифровой цветометрии в контроле качества окрашенной строительной продукции всё шире используются в связи с развитием цифровых технологий [1]. Из различных моделей представления цвета нами выбрана цветовая схема *RGB*. Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 06-08-004488-а «Разработка методов диагностики качества продукции по параметрам цветности с применением цифровых технологий». Для разработки цветометрических методик использовали регистрацию видеосигнала с помощью цифровой фотокамеры (ЦФК) и с помощью планшетных сканеров (ПС).

ЦФК удобней применять в полевых условиях, но слишком темные растворы нежелательны для фоторегистрации. Для ЦФК целесообразно применение специального бокса, позволяющего унифицировать условия фотосъемки. Вместе с тем, для получения изображений растворов с ее помощью можно применять не только кюветы, но и пробирки. Что касается ПС, то для регистрации разбавленных растворов в больших кюветах необходим сканер со слайд-адаптером. Важными преимуществами ПС перед ЦФК являются встроенная система освещения с автоматической калибровкой баланса белого и чувствительности в каждом цикле сканирования. Файл изображения, полученный на ЦФК или ПС со слайд-адаптером, может быть автоматически проанализирован при помощи стандартного ПО, как по характеристикам цветности, так и по отражающей способности или светлоте.

Целью данной работы была проверка межприборной воспроизводимости цветометрических измерений. При проверке цветометрических методик на предмет аппаратной зависимости, получили цифровые изображения 8-12 эталонов цветов (образцы окрашенной бумаги) с помощью 5 ПС и 4 ЦФК разных фирм и провели статистическую обработку этих результатов (табл. 1 и 2). Отдельно взятые цифровые устройства могут иметь, по всей видимости, различную чувствительность и систематические отклонения в цветопередаче с уклоном в красную, голубую или зеленую область. Этот эффект просматривается при анализе S_r

интенсивностей R , G и B бумаги разных цветов.

Таблица 1. Воспроизводимость параметров цвета между 5 сканерами в шкале RGB для 8 образцов окрашенной бумаги

Сканер	Canon mp 211	HP g 4010	HP 3670	Canon mf 4018	HP 3800	\bar{X}	S	$\Delta\bar{X}$	S_r
Цвет бумаги	G								
зеленый	171	122	122	122	168	141	26.0	32.6	0.18
розовый	7	5	3	2	10	5.4	3.2	4.0	0.59
красный	60	25	25	25	59	38.8	18.9	23.7	0.49
желтый	255	228	228	228	254	238.6	14.5	18.2	0.06
коричневый	54	44	44	44	54	48	5.5	6.9	0.11
голубой	179	124	124	124	172	144.6	28.3	35.5	0.20
синий	40	30	30	30	41	34.2	5.8	7.2	0.17
белый	255	255	255	255	255	255	0.0	0.0	0.00
	R								
зеленый	2	0	2	1	1	1.2	0.8	1.0	0.70
розовый	249	238	247	248	249	246.2	4.7	5.8	0.02
красный	254	252	254	254	254	253.6	0.9	1.1	0.00
желтый	254	255	254	254	254	254.2	0.4	0.6	0.00
коричневый	127	103	125	114	115	116.8	9.7	12.1	0.08
голубой	1	1	1	0	1	0.8	0.4	0.6	0.56
синий	34	22	35	60	43	38.8	14.0	17.6	0.36
белый	254	255	254	255	254	254.4	0.5	0.7	0.00
	B								
зеленый	49	55	49	55	51	51.8	3.0	3.8	0.06
розовый	150	119	148	147	145	141.8	12.9	16.1	0.09
красный	18	2	19	20	19	15.6	7.6	9.6	0.49
желтый	15	1	14	5	14	9.8	6.4	8.0	0.65
коричн.	30	19	29	30	28	27.2	4.7	5.8	0.17
голубой	246	225	247	223	235	235.2	11.3	14.1	0.05
синий	125	119	124	110	115	118.6	6.3	7.8	0.05
белый	254	255	253	255	255	254.4	0.9	1.1	0.00
	Сумма $R+G+B$								
зеленый	222	177	173	178	220	194	24.7	31.0	0.13
розовый	406	357	395	395	404	391.4	19.9	24.9	0.05
красный	332	279	298	299	332	308	23.3	29.2	0.08
желтый	524	484	496	487	522	502.6	19.2	24.0	0.04
коричн.	211	166	198	188	197	192	16.7	20.9	0.09
голубой	426	350	372	347	408	380.6	35.2	44.1	0.09
синий	199	171	189	200	199	191.6	12.4	15.5	0.06
белый	763	765	762	765	764	763.8	1.3	1.6	0.00

Например, для малиновой, сиреневой, голубой и оранжевой бумаги разброс интенсивностей минимален для компоненты R , но существенен для G и B . В то же время S_r для F_R возрастает для зеленой, коричневой, желтой, фиолетовой бумаги, а разброс интенсивностей F_G и F_B для упомянутых образцов незначителен.

Таблица 2. Определение координат цветности в системе *RGB* на 4 ЦФК для 12 образцов окрашенной бумаги

Цвет бумаги \ ЦФК	Sony Cyber-Shot DSC-W55	Samsung L55W	Olympus M1060	Nikon D3000	$\Delta\bar{X}$	S	$\Delta\bar{X}$	S_r
<i>R</i>								
белый	255	242	218	211	231.5	17.8	28.5	0.08
малиновый	255	246	255	255	252.8	3.9	6.3	0.02
сиреневый	252	245	251	218	241.5	13.8	22.1	0.06
голубой	147	197	133	153	157.5	23.9	38.3	0.15
оранжевый	254	255	242	255	251.5	5.5	8.8	0.02
зеленый	207	218	132	163	180	34.5	55.2	0.19
желтый	255	252	218	249	243.5	14.8	23.8	0.06
коричневый	255	237	204	211	226.8	20.4	32.7	0.09
болотный	255	231	172	218	219	30.2	48.3	0.14
черный	218	227	166	138	187.4	36.7	58.8	0.20
фиолетовый	225	223	243	250	235.3	11.5	18.5	0.05
синий	221	228	203	168	205	23.2	37.2	0.11
<i>G</i>								
белый	255	231	221	213	230	15.8	25.3	0.07
малиновый	193	117	152	141	150.8	27.5	43.9	0.18
сиреневый	215	161	190	143	177.3	27.5	44.0	0.16
голубой	255	222	211	240	232	16.8	26.9	0.07
оранжевый	208	172	165	154	174.8	20.2	32.4	0.12
зеленый	252	231	199	224	226.5	18.9	30.3	0.08
желтый	255	237	217	236	236.3	13.4	21.5	0.06
коричневый	224	177	162	160	180.8	25.8	41.3	0.14
болотный	241	192	162	187	195.5	28.6	45.8	0.15
черный	214	206	166	134	180	32.2	51.5	0.18
фиолетовый	197	108	160	147	153	31.8	50.9	0.21
синий	223	208	204	166	200.3	21.0	33.6	0.10
<i>B</i>								
белый	255	185	226	199	216.3	26.8	42.8	0.12
малиновый	195	59	189	164	151.8	54.8	87.6	0.36
сиреневый	249	174	223	186	208	29.7	47.6	0.14
голубой	250	200	255	255	240	23.2	37.1	0.10
оранжевый	133	107	157	108	126.3	20.6	32.9	0.16
зеленый	209	123	182	155	167.3	31.9	51.0	0.19
желтый	121	100	153	108	120.5	20.2	32.3	0.17
коричневый	189	114	146	131	145	27.8	44.5	0.19
болотный	136	95	126	105	115.5	16.3	26.1	0.14
черный	185	163	154	107	152.3	28.5	45.5	0.19
Продолжение табл.2								
фиолетовый	204	154	188	166	178	19.3	30.9	0.11
синий	248	210	234	206	224.5	17.3	27.7	0.08
Сумма <i>R+G+B</i>								
белый	765	658	665	623	677.8	52.8	84.5	0.08

малиновый	643	422	596	560	555.3	82.4	131.8	0.15
сиреневый	716	580	664	547	626.7	66.9	107.0	0.11
голубой	652	619	599	648	629.5	21.7	34.7	0.03
оранжевый	595	534	564	517	552.5	29.7	47.6	0.05
зеленый	668	572	513	542	573.7	58.3	93.2	0.10
желтый	631	589	588	593	600.2	17.9	28.5	0.03
коричневый	668	528	512	502	552.5	67.3	107.7	0.12
болотный	632	518	460	510	530	62.9	100.7	0.12
черный	617	596	486	379	519.5	95.2	152.2	0.18
фиолетовый	626	485	591	563	566.2	51.9	83.1	0.09
синий	692	646	641	540	629.8	55.5	88.8	0.09

Установлено, что при интенсивности цветовой компонент больше 50 или при измерении суммы компонент $R+G+B$ как для ЦФК, так и для ПС разброс относительно среднего имеет наименьшие значения, которые в целом характерны для большинства инструментальных методов анализа.

Использование ЦФК и ПС для получения и оцифровки изображения с последующей оценкой на ПК параметров цвета более экономично, чем применение специализированных оптических и видеоденситометрических приборов. Так, стоимость ЦФК, пригодной для наших целей составляет 10-15 тыс. руб., ПС – 3-5 тыс., в то время как стоимость современных фотоколориметров составляет от 50 до 80 тыс. руб., а спектрофотометров до 300 тыс. руб.

Фотометрическая и цветометрическая методики анализа растворов, не отличаясь по стадиям пробоподготовки, различаются только способом регистрации отклика. В первом случае фотоколориметром детектируется оптическая плотность поглощенного света, а во втором – на ПС или ЦФК – суммарное цветовое различие образцов в единицах, принятых в той или иной цветовой модели. Имея базу данных по цвету стандартных образцов, можно практически исключить субъективность оценки цвета, характерную для визуальных экспертиз. Для анализа параметров цвета пригодны как прозрачные, так и непрозрачные образцы, в твердом и жидком состоянии.

Список литературы

1. Байдичева О.В., Бочарникова И.В., Рудакова О.Б., Хрипушин В.В. Применение сканерметрии в контроле качества отделочных материалов // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Физико-химические проблемы строительного материаловедения. Вып. 1. 2008. С. 100-105.

ЦВЕТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ ЭКТОКСИКАНТОВ В ВОДНЫХ СРЕДАХ

Рудаков О.Б., д.х.н., профессор
Воронежский ГАСУ, г. Воронеж
Грошев Е.Н., начальник отдела, ФГБОУ ВПО Воронежский
институт ГПС МЧС России, г. Воронеж
Кудухова И.Г.,
Хорохордина Е.А., доцент, к.х.н.
Воронежский ГАСУ университет, г. Воронеж
Рудакова Л.В., доцент, к.х.н., доцент
Воронежская государственная медицинская академия, г. Воронеж

Оценка экологической безопасности органических материалов, используемых в промышленном и гражданском строительстве, в мебельной, текстильной и других отраслях промышленности является одной из актуальных задач. В указанных областях применения фенолы и их производные используются как мономеры, антисептики, стабилизаторы и антиоксиданты. В настоящее время все более широкое применение в аналитическом контроле находит альтернативный спектрофотометрии цветометрический метод, в котором аналитическим сигналом служит электронное изображение, полученное с использованием цифрового устройства (фотоаппарат, сканер и др.) [1-2]. Для компьютерной обработки электронного изображения применяют разные цветовые модели, но чаще всего – трехкомпонентную модель *RGB*. Известен ряд цветных реакций для качественного и количественного определения фенолов, которые применяют в аналитической практике и в диагностике материалов [3]. Цифровые технологии дают дополнительные возможности в эффективном применении цветных реакций в аналитике, в том числе для определения фенолов в водных растворах.

Целью работы была разработка способа определения содержания индивидуальных фенолов или их смеси в водных растворах на основе анализа оцифрованных изображений растворов после проведения 2 цветных реакций, в качестве которых использовали реакцию азосочетания фенолов с хромогенным агентом, полученным диазотированием *пара*-нитроанилина (реакция 1), и реакцию с $FeCl_3$ (реакция 2). Для регистрации видеосигнала использовали цифровую фотокамеру Nikon D3000, установленную в специальном боксе, позволяющем стандартизировать условия освещения.

Объектами исследования выбрали фенол, *орто*-, *мета*-, *пара*-крезолы, *орто*-, *мета*-, *пара*-дигидроксибензолы и *орто*-*трет*-бутилфенол. Для компьютерной обработки цифрового изображения применили графический редактор Adobe Photoshop (версия CS3). Цветометрические данные представили в виде лепестковых диаграмм с 6-ю осями в полярных координатах (ЛД), отражающими значения интенсивности (F_i) цветовых компонент в одинаковой последовательности $R_1, G_1, B_1, R_2, G_2, B_2$, где индекс

1 и 2 относятся к одной из цветных реакций. ЛД строили в оболочке Microsoft Excel. В табл. 1 приведены полученные величины $F(R,G,B)$ для 8 фенолов, взятых примерно при одинаковых концентрациях. В табл. 2 даны результаты расчетов геометрических параметров ЛД. На рис. 1 построены ЛД по данным табл. 1.

Таблица 1

Значения $F(R,G,B)$ для цветной реакции 1 и 2

Соединение	C , г/л	R_1	G_1	B_1	R_2	G_2	B_2
Фенол	0,186	164	142	36	158	131	45
<i>орто</i> -Крезол	0,171	174	118	22	184	158	65
<i>мета</i> -Крезол	0,160	141	62	10	184	175	128
<i>пара</i> -Крезол	0,148	110	97	26	184	175	137
<i>орто</i> -Дигироксибензол	0,168	164	85	0	143	146	71
<i>мета</i> -Дигироксибензол	0,166	136	101	5	114	101	45
<i>пара</i> -Дигироксибензол	0,183	123	113	61	130	113	50
<i>орто-трет</i> -Бутилфенол	0,161	164	151	98	159	176	166

Как видно из рис. 1, ЛД образуют индивидуальный профиль («визуальный отпечаток»), характерный для каждого фенола, который количественно можно охарактеризовать геометрическими параметрами ЛД – площадью (S), периметром (P), их соотношением $[(\sqrt{S})/P]$, фрактальностью (D) и коэффициентом близости векторных массивов ε [4].

Площадь и периметр ЛД в случае одинаковой концентрации можно рассматривать как фактор, учитывающий реакционную способность и структуру соединения. Чем меньше эти параметры, тем темнее полученная окраска раствора, тем количественнее прошла цветная реакция, или сильнее хромофорный эффект, который будет зависеть от баланса электронных эффектов в окрашенном комплексе. Так, если у дигидроксибензолов 2 группы -ОН, они обе будут реагировать с хромогенным реагентом. Алкильные заместители, особенно с разветвленным углеродным скелетом, в *орто*-положении могут стерически затруднять цветную реакцию, даже группа -ОН в *орто*-положении, образуя водородную связь с соседней группой -ОН, может препятствовать целевой реакции. Величины $(\sqrt{S})/P$, D и коэффициента ε в меньшей степени должны зависеть от концентрации аналита и в большей степени характеризовать индивидуальность профиля фигуры. В табл. 2 геометрические параметры ЛД отсортированы по величине гидрофобности фенолов H , которая равна логарифму распределения фенола между *n*-октанолом и водой. Можно говорить о тренде – чем выше гидрофобность фенола, тем больше площадь и периметр ЛД.

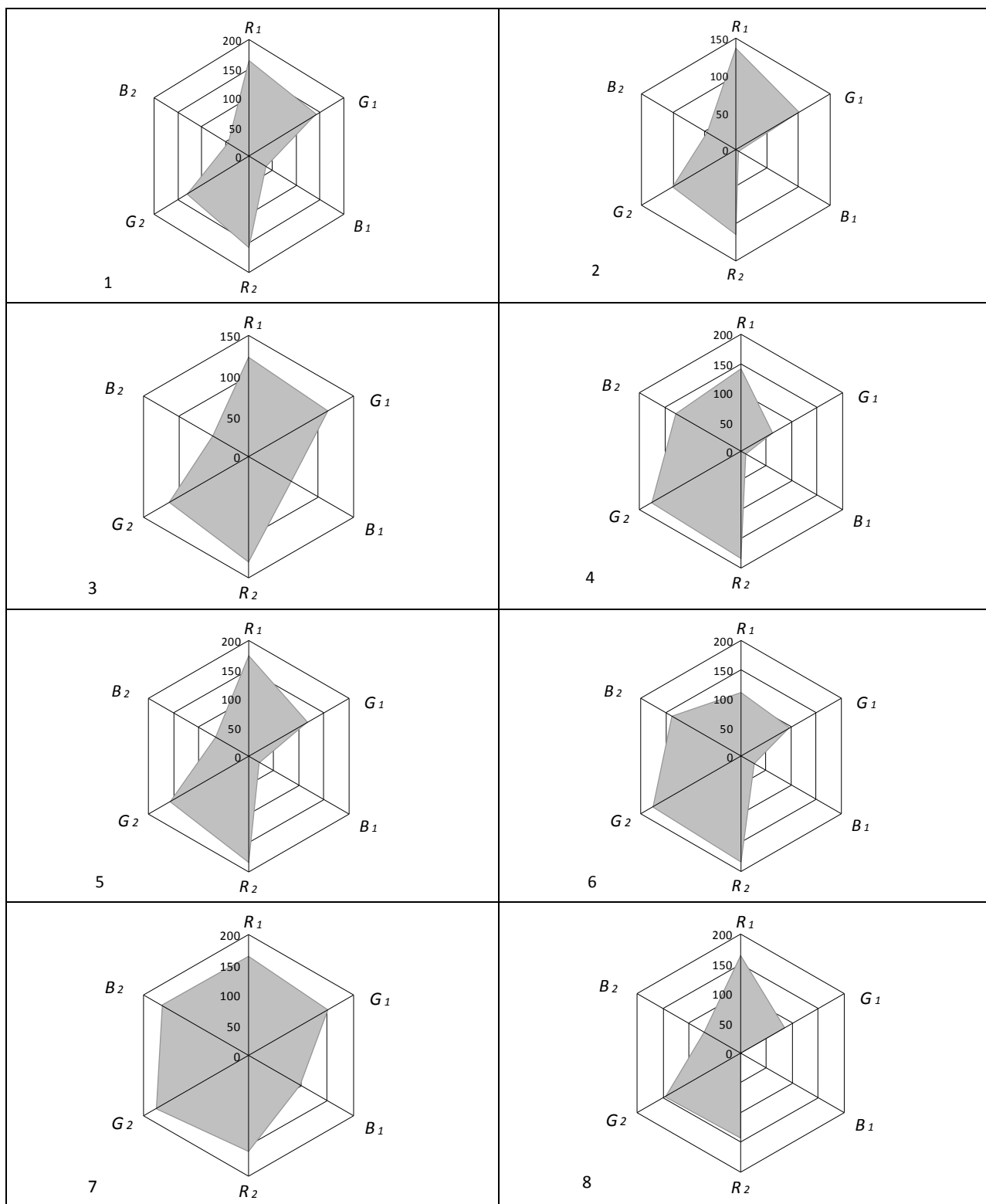


Рис. 1. ЛД различных фенольных соединений: 1) фенол, 2) *мета*-дигидроксибензол, 3) *пара*-дигидроксибензол, 4) *мета*-крезол, 5) *орто*-крезол, 6) *пара*-крезол, 7) *орто*-*трет*-бутилфенол, 8) *орто*-дигидроксибензол; $1.5 \leq C \leq 1.9$ г/л

Таблица 2

Геометрические параметры цветометрической ЛД для разных фенолов

Соединение	H	C , г/л	S	P	$(\sqrt{S})/P$	D	ε
<i>мета</i> -Дигироксибензол	0.80	0.1658	19050	623	0.222	1.67	0.260
<i>пара</i> -Дигироксибензол	0.56	0.1834	27250	657	0.251	1.78	0.215
<i>орто</i> -Дигироксибензол	0.91	0.1684	27940	740	0.226	1.81	0.248
<i>мета</i> -Крезол	2.00	0.1601	32370	775	0.232	1.66	0.430
<i>пара</i> -Крезол	2.13	0.1476	33010	778	0.234	1.27	0.302
Фенол	1.64	0.1862	36270	813	0.234	1.82	0
<i>орто</i> -Крезол	2.13	0.1706	39820	866	0.230	1.41	0.170
<i>орто-трет</i> -Бутилфенол	3.35	0.1609	53260	894	0.258	1.66	0.472

Минимальные размеры ЛД имеют дигидроксибензолы, сказывается наличие 2 групп ОН. *орто*-Крезол и *орто-трет*-бутилфенол дают наиболее бледное окрашивание растворов, что легко объяснимо стерическим эффектом заместителя.

Таблица 3

Градуировочные зависимости площади S и периметра P ЛД от концентрации C для различных фенольных соединений ($n=5$, $\alpha=0.05$)

Соединение	Уравнение	R
Фенол	$S=(-50060\pm 3350)C+(27620\pm 390)$	0.988
	$P=(-672\pm 5)C+(811\pm 40)$	0.990
<i>мета</i> -Дигироксибензол	$S=(-215468\pm 12180)C+(54500\pm 1260)$	0.987
	$P=(-1557\pm 86)C+(913\pm 10)$	0.987
<i>пара</i> -Дигироксибензол	$S=(-234700\pm 3490)C+(69880\pm 410)$	0.999
	$P=(-2084\pm 32)C+(1034\pm 4)$	0.999
<i>мета</i> -Крезол	$S=(-95240\pm 10700)C+(48690\pm 1250)$	0.953
	$P=(-833\pm 71)C+(932\pm 8)$	0.975
<i>орто</i> -Крезол	$S=(-208100\pm 11600)C+(78660\pm 1350)$	0.987
	$P=(-1008\pm 64)C+(1060\pm 7)$	0.984
<i>пара</i> -Крезол	$S=(-272150\pm 4070)C+(82580\pm 470)$	0.999
	$P=(-1796\pm 18)C+(1110\pm 5)$	0.999
<i>орто-трет</i> -Бутилфенол	$S=(-106300\pm 2040)C+(72790\pm 240)$	0.998
	$P=(-472\pm 14)C+(1029\pm 2)$	0.998
<i>орто</i> -Дигироксибензол	$S=(-239400\pm 5870)C+(70650\pm 680)$	0.997
	$P=(-1533\pm 43)C+(1012\pm 5)$	0.996

Наиболее важный вывод сделанный нами заключается в том, что цветные реакции фенолов из-за отличия в строении приводят не к идентичным, а различным параметрам цветности, коэффициент ε

количественно характеризует эти отличия. Геометрические параметры ЛД применимы также для количественного определения содержания фенолов по итогам регистрации параметров *RGB* двух цветных реакций. Найдено, что в диапазоне $C=0,014-0,2$ г/л имеет место практически линейное уменьшение площадей и периметров ЛД за счет тенденций $F_i(255,255,255) \rightarrow F_i(0,0,0)$. С увеличением концентрации в 10 раз и соответственным расширением диапазона зависимости $C=f(S)$ и $C=f(P)$ становятся нелинейными. Для индивидуальных фенолов (табл. 3) и смесей нами были получены градуировочные уравнения $S=a+bC$ и $P=a+bC$.

Предел обнаружения $C_{\min}=0,005-0,010$ г/л. Среднее время единичного анализа – 15 мин. Для того, чтобы проводить цветометрические определения фенолов на уровне ПДК необходима дополнительная стадия в пробоподготовке – концентрирование методом либо жидкостно-жидкостной, либо твердофазной экстракции. Правильность цветометрического способа определения фенолов проверили методом «введено-найденно» (табл.4).

Таблица 4

Результаты определения концентраций цветометрическим способом

Вещество	Введено, г/л	<i>S</i>	<i>P</i>
		найденно	
<i>орто</i> -Крезол	0.080	0.082 ± 0.003	0.077 ± 0.002
<i>мета</i> -Крезол	0.085	0.091 ± 0.002	0.088 ± 0.001
<i>пара</i> -Дигироксибензол	0.091	0.092 ± 0.004	0.090 ± 0.003

Таким образом, предложенный способ пригоден для определения фенольного индекса в диапазоне $C=0.015-0.16$ г/л.

Список литературы

1. Байдичева О.В., Бочарникова И.В., Рудакова О.Б., Хрипушин В.В. Применение сканерметрии в контроле качества отделочных материалов // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Физико-химические проблемы строительного материаловедения. Вып. 1. 2008. С. 100-105.
2. Байдичева О.В., Рудаков О.Б., Хрипушин В.В., Барсукова Л.Г. Определение цветности воды с использованием цифровых технологий // Безопасность жизнедеятельности. 2009. № 1. С. 23-25.
3. Jork H., Funk W., Fisher W., Wimmer H. Thin-Layer Chromatography. Reagents and Detection Methods. V.1. VCN: New York, 1990. 497 p.
4. Головинский П.А. Когерентный нейрон и распознавание образов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2005. № 9. С. 115-117.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Ситников А.И., к.т.н., доцент,
Железный С.В., к.т.н., доцент, Воронежский институт МВД России,
г. Воронеж
Калач Е.В., Воронежский институт ФСИН России, г. Воронеж**

Высокие наукоемкие технологии, еще вчера демонстрировавшиеся на выставках, не только стали реалиями сегодняшнего дня для экспертно-криминалистических подразделений органов внутренних дел, но и активно развиваются в системе МВД России, в частности уже идет речь об использовании нанотехнологий.

Применяемые в сенсорных системах датчики характеризуются перекрестной чувствительностью (чувствительны к нескольким или ко всем компонентам пробы), поэтому для обеспечения мониторинга следует определять сразу несколько независимых параметров. Выходные аналитические сигналы обрабатывают методами распознавания образцов, при этом качественно и количественно оценивают присутствующие в анализируемом образце вещества.

Известно несколько аналитических подходов к созданию экспертных систем – сенсорные группы с участием человека, биологические и медицинские тесты. Такие подходы, как правило, не согласуются с современными химическими представлениями. По предлагаемым визуальным образам можно выбирать газо-чувствительные материалы, сопоставимые на одном визуальном отпечатке. Оценка визуального образа вещества необходима при конструировании сенсорной системы, подобной биологической копии (человеку).

Чем больше различие в чувствительности модификаторов к определяемым веществам, тем это полезнее для разрабатываемой мультисенсорной системы контроля многокомпонентных проб. Пьезорезонансные сенсоры, модифицированные пленками Ленгмюра-Блоджетт на основе краунэфиров, опробованы в качестве сенсоров на пары различных легколетучих органических растворителей. Что показало действие пленок ЛБ на основе КРА в качестве молекулярного сита, пропускающего более мелкие молекулы глубже в объем пленки. С целью оптимизации функционирования пьезорезонатора изучено влияние количества монослоев в модифицирующем покрытии на эффективность сорбции паров легколетучих органических соединений.

Руководствуясь выбранной моделью, сделана попытка создать электронный аналог системы обоняния человека – «электронный нос». В качестве обонятельных рецепторов электронного носа выбраны пьезосенсоры.

Таким образом, пьезосенсоры осуществляют сбор первичной информации о природе и составе запаха, то есть соответствуют обонятельным рецепторным нейронам *первого* уровня модели.

Сигналы пьезосенсоров, зависящие от чувствительности, интенсивности запаха, затем группируются системой сбора и передачи информации на *втором* уровне модели.

Для многоканальной регистрации сигналов десяти пьезосенсоров в системе «электронный нос» и последующей передаче полученных данных в персональный компьютер нами использована программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) фирмы Altera. Такое решение позволило создать малогабаритную высокоинтегрированную систему сбора данных с гибкой структурой, поддерживающую также функцию внутрисхемного программирования.

Затем общий выходной сигнал электронного носа обрабатывается на *третьем* уровне модели, который располагается уже в ЭВМ. Наиболее целесообразным в рассматриваемых условиях неполноты и противоречивости входных данных для моделирования таких систем, является использование нейронных сетей, которые как и естественная биологическая нейросеть, может обучаться решению задач: она содержит внутренние адаптивные параметры нейронов и своей структуры, и, меняя их, может менять свое поведение; для решения задачи не нужно программировать алгоритм - нужно взять универсальный нейросетевой инструмент.

«Электронный нос» может, несомненно, оказать существенную помощь в обеспечении объективных и имеющих криминалистическую значимость оценок объектов с характерным запахом. Применение средств и технологий современной электроники для решения различных задач связанных с установлением качества запаха в криминалистике, для контроля злоупотребления алкоголем, наркотиками, при мониторинге взрывчатых веществ является, без сомнения, чрезвычайно актуальным. В течение последних нескольких лет интерес к развитию технологий «электронного носа» носит экспоненциальный характер. Можно обоснованно прогнозировать, что в самом ближайшем будущем появится целое семейство устройств мультисенсорного типа, интегрированных в портативные приборы специального назначения.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ГОРНОГО СКЛОНА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ СХОДА СНЕЖНЫХ ЛАВИН

Соловьев А.С., начальник кафедры, к.ф.-м.н., Калач А.В., заместитель
начальника института по науке, д.х.н., доцент
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж,
Карпов С.Л., аспирант, Воронежский ГАСУ

Процесс схода снежной лавины чрезвычайно сложен для экспериментального изучения поскольку лавина образуется в случайный момент времени и сходит очень быстро. Кроме того, уровень кинетической энергии движущейся снежной массы опасен для исследовательского оборудования и исследователей [1]. Однако, в последние десятилетия появилась возможность использовать высокопроизводительную вычислительную технику для компьютерного моделирования. Ранее нами был предложен математический аппарат и произведена серия компьютерных программ для моделирования схода снежной лавины [2, 3]. Имитационная модель схода лавины позволяет изучить схему схода лавины и оценить ее поражающее действие в зависимости от толщины снежного покрова, состояния снега, температуры, угла склона. Установлено, что одним из наиболее важных факторов, определяющих характер схода снежной лавины, является рельеф поверхности склона.

Методология создания необходимого рельефа поверхности заключается в следующем. Поверхность представлялась в виде случайной функции $z(x)$ с определенными средними параметрами. Поверхность склона в модели формировалась в два этапа. На первом этапе генерировали горизонтальную поверхность со случайными неровностями, описываемую в дальнейшем функцией $q(x)$, на втором этапе поверхность поворачивали на угол склона α , что отразилось в повороте графика функции $q(x)$.

На первом этапе, плавную функцию $q(x)$ задавали как суперпозицию гауссовских пиков с параметрами x_i (положение неровности), H_i (высота неровности) и σ_i (среднеквадратическое отклонение, задающее ширину неровности):

$$q(x) = \sum_{i=1}^{N_I} H_i \exp \left(-\frac{(x - x_i)^2}{\sigma_i^2} \right) \quad (1)$$

где I – номер неровности; N_I – количество неровностей на участке поверхности склона заданной длины.

Гауссовские пики распределялись по длине контрольного участка (100 м) случайным образом по равномерному закону. При этом параметры H_i и σ_i также выбирались случайным образом по равномерному закону из заданных

интервалов. Характерные значения интервалов следующие: от 0 до 1 м для H_i и от 0,3 до 5 м для σ_i .

Для универсальности поверхность склона представлялась состоящей из таких же элементов-кругов, что и снежная масса. Трибологические свойства склона, и взаимодействие его со снежной массой задавались путем выбора параметров вязкоупругого взаимодействия. Элементы склона располагали вдоль полученной функции $q(x)$, то есть координата элемента склона y_i определялась, как $y_i = q(x_i)$. Однако элементы склона располагались ближе друг к другу, чем равновесное состояние элементов-кругов. Этим самым исключалось проникновение снежной массы под склон.

В трехмерном случае генерировали функцию высоты поверхности от двух координат $z(x, y)$, как суперпозицию гауссовских пиков с параметрами (x_i, y_i) (положение «препятствия»), H_i (высота препятствия) и σ_i (среднеквадратическое отклонение, задающее ширину выступа)

$$z(x, y) = \sum_{i=1}^{N_{\tilde{O}}+N_{\tilde{I}}} H_i \exp \left(-\frac{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}{\sigma_i^2} \right), \quad (2)$$

где N_x – количество холмов, N_{Π} – количество препятствий. В данном случае использовали два типа неровностей: "холмы" – протяженные неровности (σ_i более 2 м) и "камни" – неровности небольшого размера (σ_i менее 0,4 м).

Гауссовские пики распределялись по длине и ширине контрольного участка ($500 \times 5 \text{ м}^2$) случайным образом по равномерному закону. При этом параметры H_i и σ_i также выбирались случайным образом по равномерному закону из следующих интервалов: от 0 до 1 м для H_i и от 0,2 до 0,4 м для σ_i . Число гауссовских пиков, имитирующих выступы, рассчитывается исходя из поверхностной плотности "холмов" и "камней".

После генерации поверхности случайной формы производился ее наклон на угол склона α . Для поворота поверхности относительно центра (x_0, y_0) координаты элементов поверхности (x_i, y_i) пересчитывались следующим образом. Сначала рассчитывались начальные угол φ_i и расстояние r_i до центра вращения по формулам

$$\left\{ \begin{array}{l} r_i = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}; \\ \phi_i = \begin{cases} \operatorname{arctg} \frac{y_i - y_0}{x_i - x_0}, & x_i - x_0 \geq 0; \\ \operatorname{arctg} \frac{y_i - y_0}{x_i - x_0} + \pi, & x_i - x_0 < 0. \end{cases} \end{array} \right. \quad (3)$$

Затем новые координаты элементов поверхности рассчитывалась следующим образом.

$$\begin{aligned} x_i &= x_0 + r_i \cos(\phi_i + \alpha); \\ y_i &= y_0 + r_i \sin(\phi_i + \alpha). \end{aligned} \quad (4)$$

Процесс сползания снежной массы во многом определяется наличием и размерами неровностей склона, т.к. неровности могут препятствовать сползанию снега, влиять на перераспределение толщины и плотности снежного покрова. Поэтому были проведены две серии компьютерных экспериментов, в которых исследовалась зависимость выходных параметров от высоты неровностей склона h , принимающих значения 0,00, 0,01, 0,02, 0,03, 0,05, 0,07 и 0,09 м (рисунок 3), и от ширины неровностей склона b , принимающих значения 0,10, 0,20, 0,30, 0,40, 0,50, 0,65, 0,80 и 1,00 м.

Таким образом, предложен универсальный метод представления склона горы для моделирования схода снежной лавины. Метод позволяет задавать такие параметры рельефа, как линейная плотность протяженных выступов (холмов) и небольших выступов (камней), высоту выступов, закон их распределения по высоте.

Список литературы

1. Божинский А.Н., Черноус Г.А. Статистическое моделирование напряженного снежного покрова на склоне гор: материалы гляциологических исследований. М., 2005. Вып. 99. С. 111-116.
2. Соловьев А.С., Лебедев О.М., Калач А.В. Математическое моделирование поведения снежной массы на горном склоне. Вестник ВГТУ, 2011, т.7, №4.- С.115-117.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011614354 от 2.06.2011г. – Имитационная модель схода снежной лавины. – Соловьев А.С., Посметьев В.В., Калач А.В., Лебедев О.М.

ПРОВЕДЕНИЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ПРИ ТЕРМООКИСЛЕНИИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

**Чуйков А.М., начальник кафедры
Мещеряков А.В., доцент, к.т.н.
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г.
Воронеж**

Одним из приоритетных направлений развития науки и промышленности является дальнейшее, все более широкое внедрение во все сферы жизнедеятельности человека полимерных материалов, обладающих комплексом ценных свойств и эксплуатационных характеристик. На их основе создаются качественно новые конструкционные полимерные строительные материалы.

При разработке полимерных строительных материалов вопросы снижения пожарной опасности интересуют специалистов, как правило, в меньшей степени, чем, например, свойства физико-механические, теплофизические, химическая стойкость и ряд других. Следует отметить также, что разрыв традиционных производственных связей привел к увеличению выпуска и эксплуатации пожароопасной продукции. Сохраняется тенденция роста количества пожаров и погибших на них людей, вызванных возгоранием электрооборудования, отделочных материалов, неоправданным применением пожароопасных веществ и материалов.

Все это диктует необходимость повышения и обеспечения требуемого уровня экологической и пожарной безопасности строительных материалов при их эксплуатации и переработке. Миграция токсичных веществ из полимерных материалов происходит вследствие их химической деструкции и в связи с недостаточной экологической чистотой исходного сырья, нарушением технологии их производства или использованием не по назначению. Уровень выделения газообразных токсичных веществ заметно увеличивается при повышении температуры на поверхности полимерных материалов и относительной влажности воздуха в помещении.

Целью данной работы является детальное изучение деструкционных процессов при термоокислительном воздействии с использованием интеллектуальной мультисенсорной системы контроля и оценки уровня токсичности воздушной среды при производстве и эксплуатации полимерных композитов различной структуры.

В качестве объектов исследования использовали широко распространенные виды строительных отделочных материалов, применяемые в качестве декоративных поверхностей, гидроизоляционных композиций, несущих конструкций.

В ходе исследований необходимо было установить зависимость изменений состава и свойств пенополиуретанов от режима горения. Для достижения поставленной цели было проведено сжигание различных видов

пенополиуретанов, полистирола и его сополимеров, а также других полимеров, наиболее часто встречающихся на месте пожара, в условиях регулируемого теплового воздействия; остатки сгоревших полимеров исследовали методами дифференциально-термического анализа.[1]

Токсикологические свойства веществ и высокая вероятность их выделения в воздух из пенополиуретанов, полистирола и его сополимеров при термическом воздействии на них показывают, что приоритетными загрязнителями являются акрилонитрил, стирол, циановодород, метилметакрилат, ацетальдегид, бензальдегид, толуол, бензол и предельные углеводороды, которые и следует определять при санитарно-химической оценке материалов и технологий.

На этой стадии работы методом газовой хроматографии были исследованы продукты термического разложения полистирола и ряда его сополимеров с акрилонитрилом, метилметакрилом и акриламидом.

В ходе выполнения исследовательской работы было сформулировано несколько основных направлений исследований с применением комплексного термического анализа задач пожарной безопасности:

- проведена серия идентификационного контроля по разработанной методике;

- определены теплофизические характеристики строительных отделочных материалов;

- получены идентификационные характеристики различных материалов, композиций и средств огнезащиты;

- доказана возможность применения методов термического анализа для оценки пожарной опасности и эффективности средств огнезащиты полимерных композиций на стадии технологической разработки рецептур;

- на основе полученных экспериментальных данных получено свидетельство на полезную модель для своевременной идентификации токсичных веществ, с целью повышения пожарной безопасности при производстве и эксплуатации строительных материалов из полимерных композитов.

Список литературы

1. Арутюнов В.О. Электрические измерительные приборы и измерения. - Л.:Госэнергоиздат, 1958.-248 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	
Калач А.В., Сорокина Ю.Н., Карташова Т.В.	4
ПРИМЕНЕНИЕ ДЕСКРИПТОРОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	
Д.В. Каргашилов, Некрасов А.В.	7
ИДЕАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ – ВАЖНЫЙ АСПЕКТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	
Рудаков О.Б., Исаев А.А., Черепахин А.М., Хорохордина Е.А.	11
ПОЖАРНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ	
Скипский Г.А.	16
РЕОГРАНИЗАЦИЯ ГПС МЧС РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	
Квасова Л.В.	19
СОЦИАЛЬНОЕ ПАРТНЕРСТВО ВУЗА СО СФЕРОЙ ТРУДА КАК ЭЛЕМЕНТ НОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПАРАДИГМЫ	
Лопанов А.Н., Фанина Е.А., Нестерова Н.В.	25
ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ПРЕДЕЛОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ В АДИАБАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	
Андронов В.А.	28
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ	
Механтьев И.И., Пичужкина Н.М., Масайлова Л.А.	31
УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	
Антошин А.А., Зуйков И.Е., Невдах В.В.	33
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОЫДЕЛЕНИЯ ПОЖАРА В КОМНАТЕ ТИПОВОЙ КВАРТИРЫ	
Порхачев М.Ю., Бучельников Д. Ю.	36
К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ КУРСАНТОВ ВУЗА ГПС МЧС К ИСПОЛНЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБЯЗАННОСТЕЙ	
Секция №1	
<i>ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПЕРАТИВНО-СЛУЖЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ</i>	
ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ОБЩЕСТВЕННОМ АВТОБУСНОМ ТРАНСПОРТЕ	
С.С. Ботян.....	39

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОПАГАНДЫ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
Буданов С.А.....	41
АУДИТОРИЯ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	
С.А. Виноградов, И.Н. Грицына.....	44
ИСТОРИЯ И ПУТИ РАЗВИТИЯ ОРГАНОВ ДОЗНАНИЯ В РОССИИ	
О.В. Дорохова	47
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗДАНИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО РЕЧЕВОГО ОПОВЕЩЕНИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ	
Е.Н. Епифанов	50
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЫЛЕУЛАВИТЕЛЕЙ	
Д.В. Каргашилов, А.В. Некрасов.....	52
ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ПОЖАРНЫХ МОТОЦИКЛОВ	
А.А. Ковалёв, Л.Н. Соколов.....	55
ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
К.В. Куликов, К.В. Семенова.....	57
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА	
А.Г. Кутявин.....	58
О РАСХОДЕ ТОПЛИВА ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	
Н.О. Консуров, Н.И. Мисюра.....	60
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ	
И.В.Мищенко, Г.А.Чернобай.....	63
ПРЕИМУЩЕСТВО ПРИМЕНЕНИЯ РПК	
И.Ю. Морковкин, Л.М. Баженова.....	65
ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ ПРОЕКТА СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА	
М.Н. Мурин.....	69
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ СПАСАТЕЛЬНЫМИ ФОРМИРОВАНИЯМИ И ВОИНСКИМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	
И.М. Неклонский.....	71
ОСОБЕННОСТИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ	
Е.Л. Олейник.....	73

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНЫХ ВЗРЫВОВ ТОПЛИВОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА	
Е.А. Петрико.....	75
РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРНЫХ КРАН-КОМПЛЕКТОВ	
Е.А. Петухова, С.А. Горносталь.....	78
ПРИМЕНЕНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПОЖАРНОЙ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	
Д.С. Репин, Г.Е. Назаров, М.А. Колбашов.....	81
СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ НА АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ	
С.В. Рудаков, А.Н.Мусяенко.....	84
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНО - ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	
А.В. Синельников.....	87
ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА В СФЕРЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
Г.И. Сметанкина	89
ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛИГОННЫХ ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ СПАСАТЕЛЕЙ	
В.М. Стрелец, М.В. Васильев, Д.О. Стельма.....	91
К ВОПРОСУ О ВОЗНИКНОВЕНИИ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В ЖИДКОСТЯХ	
Е.С. Титова, А.А. Сырбу, Н.А. Кропотова.....	93
ФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В ЖИДКОСТЯХ	
Е.С. Титова, А.А. Сырбу, Н.А. Кропотова, Д.А. Жиров.....	96
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ МЕР ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
Е.Н. Тужиков, А.Г. Пушкарев	99
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ	102
И.А. Чуб, А.А. Левтеров, А.Ю. Кирочкин.....	
РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	

ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ВНУТРЕННЕЙ ОТДЕЛКИ КУРСАНТСКОГО ОБЩЕЖИТИЯ	
С.В. Шархун, Е.Н. Брюхов, Т.С. Колбин.....	105
СРЕДСТВА ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ НА ОСНОВЕ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
П.В. Ширинкин, Т.С. Колбин, С.В. Шархун.....	108
СЕКЦИЯ №2	
ТЕХНОЛОГИИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ И СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ ОБУЧЕНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ	
В.Г. Аветисян.....	111
ТЕПЛОЕМКОСТЬ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ МИКРОЭМУЛЬСИЙ ВОДА – ПАВ – КО-ПАВ – 1,1,2,2- ТЕТРАФТОРДИБРОМЭТАН	
Д.В. Батов, Т.А Мочалова, А.В. Ярабаев.....	113
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА В ОБВАЛОВАНИИ РЕЗЕРВУАРА НА ДАТЧИК ПОЖАРА	
А.Е. Басманов, А.А. Михайлюк, Я.С. Кулик.....	115
ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОЙ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПАСАТЕЛЕЙ	
О.Е. Безуглов	117
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ И ПРОЦЕССОВ ИХ ЛИКВИДАЦИИ	
Д.Ю. Белюченко.....	119
БЕЗОПАСНОСТЬ ДОСТАВКИ СИЛ И СРЕДСТВ ПРИ ТУШЕНИИ ПРИРОДНОГО ПОЖАРА	
В.Ю. Беляев, А.А. Тарасенко.....	121
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОЛЁТА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В ЗОНЕ ЛЕСНОГО ПОЖАРА	
Е.Ю. Бетина.....	123
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА СТАНЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА ИМИТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ	
П.Ю. Бородич.....	126
ПРОБЛЕМЫ ОБУСТРОЙСТВА ПОЖАРОУБЕЖИЩ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ	
А.В. Васильченко.....	128
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ РАСТВОРОВ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ПЕН, ПОЛУЧАЕМЫХ НА ИХ ОСНОВЕ	

Е.В. Гайнуллина, А.В. Набиев.....	131
РЕСПИРАТОРЫ ЗАЩИТЫ ПОЖАРНЫХ XIX ВЕКА	
А.В. Гуров, В.Ю. Горин.....	133
РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО СИЗОД В XX ВЕКЕ	
А.В. Гуров, И.В.Трофимов.....	137
СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПОЖАРНЫХ XIX ВЕКА	
А.В. Гуров, А.В. Шубин.....	140
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ И ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ МЧС	
А.А. Деревянко.....	143
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОЙ МОЩНОСТИ ПОТОКА ЖИДКОГО ОГNETУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ	
В.А. Дурев, А.Н. Литвяк.....	146
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ	
М.В. Кустов, В.Д. Калугин.....	149
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ КЛАССА «В»	
А.А. Киреев, В.Ю. Купка, К.В. Жерноклёв.....	152
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТОГО ПЛАМЕНИ НА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА	
В.И. Кривцова, Ю.П. Ключка.....	155
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ	
П.А. Ковалев.....	158
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ В РЕЗЕРВУАРАХ	
А.Н. Коленов.....	159
ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РАЗБИЕНИЮ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ НА ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ОТСЕКИ	
В.В. Комяк.....	162
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ПРИ ПРЕДОТВРАЩЕНИИ И ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ	
А.А. Кректунов, Е.В. Гайнуллина.....	165
РАСЧЕТ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАТОРОВ ПЕНЫ НИЗКОЙ КРАТНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДСЛОЙНОГО ТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ	
В.А. Кузьмицкий, В.В. Пармон, Л.С. Ляшенко, Р.Р.Асилбейли.....	168
КАВИТАЦИОННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ПЕНОГЕНЕРАТОРА ПРОТОЧНОГО ТИПА СИСТЕМЫ ПОДСЛОЙНОГО ТУШЕНИЯ	

РЕЗЕРВУАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ	
В.А. Кузьмицкий, В.В. Пармон, Л.С. Ляшенко, Р.Р. Асилбейли.....	170
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОГNETУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА ПРИ СБРОСЕ С ПОЖАРНОГО САМОЛЕТА АН- 32П	
Р.Г. Мелешенко.....	173
ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ	
Р.В. Пономаренко.....	176
УСТАНОВКА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОГNETУШАЩИХ ПОРОШКОВ	
В.И. Попов, О.В. Дмитриев, С.В. Тимофеева.....	177
ВНЕДРЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-2705 И ТАКТИКО- ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ К НЕМУ	
Ю.Н. Сенчихин, Росоха С.В., А.И. Касьян	179
К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ТУШЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРОВ	
В.А. Собина.....	181
СИСТЕМА ЛИКВИДАЦИИ ОЧАГОВ САМОНАГРЕВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В СИЛОСАХ И БУНКЕРАХ СИЛОСНОГО ТИПА	
В.В. Тригуб.....	183
ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНО- СПАСАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОПЕРАТИВНО СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ МЧС УКРАИНЫ	
А.А. Федцов.....	186
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЗЕМНОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ	
И.А. Целыковский.....	188
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ КСЕРОГЕЛЯ И СУЩЕСТВУЮЩИХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ	
А.А. Чернуха.....	189
РАСЧЕТ ФОРМЫ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕФЛЕКТОРА ПОЖАРНОГО СТВОЛА	
И.В. Карпенчук, Д.А. Шафранский.....	190
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВАХ НА ОСНОВЕ КСЕРОГЕЛЯ	
С.Н. Щербак.....	193

Секция № 3

ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЖАРОВ

**АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПОЖАРОВ КЛАССА В ПРИ ИХ ТУШЕНИИ РАСПЫЛЕННОЙ
ВОДОЙ**

Ю.А. Абрамов..... 195

**ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСИИ СКОРОСТИ ВЕТРА НА
РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЕРВИЧНОГО ОБЛАКА ВЕЩЕСТВА
В ВОЗДУХЕ**

А.Е. Басманов, С.С. Говаленков..... 197

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЗДАНИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ
ПОЛОСЫ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

С.А. Вамболь, М.Л. Угрюмов..... 200

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ
ДОБАВОК НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ РАСТВОРОВ
ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ПЕН, ПОЛУЧАЕМЫХ НА ИХ
ОСНОВЕ**

Е.В. Гайнуллина, А.В. Набиев..... 202

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ПРОДУКТОВ ДЕТОНАЦИИ ПРИ ВЗРЫВЕ СМЕСИ ПРОПАН-
БУТАНА С ВОЗДУХОМ**

С.В. Говаленков, Д.П. Дубинин, К.В. Корытченко..... 204

**ДИНАМИКА РАСТЕКАНИЯ ГОРЮЧЕЙ ЖИДКОСТИ ПО
ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

И.А. Горпинич..... 207

**ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОГРЕВА
ОГНЕЗАЩИЩЕННЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРИ ВИРТУАЛЬНЫХ ПОЖАРАХ**

А.М. Зайцев, С.А. Колодяжный, Д.С. Черных..... 210

**ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДИК РАСЧЕТА ПРОГРЕВА
ОГНЕЗАЩИЩЕННЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРИ ВИРТУАЛЬНЫХ ПОЖАРАХ**

А.М. Зайцев, С.А. Колодяжный, Д.С. Черных..... 213

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МАССОВОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ РЕСУРСОВ В
РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ**

Д.Г. Игнатов..... 216

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ
ПОЖАРА С УЧЕТОМ ДЕЙСТВИЙ ДОБРОВОЛЬНЫХ
ПОЖАРНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ**

С.А. Колодяжный, А.А. Однолько, И.В. Ситников..... 219

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕПЛОВОЙ
ДЕПРЕССИИ ПРИ ПОЖАРЕ В ТОННЕЛЕ**

С.А. Колодяжный, И.И. Переславцева, С.Н. Леонтьев..... 221

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА

В ГАЗО-ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ ТОННЕЛЯ ПРИ ГОРЕНИИ ДВИЖУЩЕГОСЯ СОСТАВА В МЕТРОПОЛИТЕНЕ	
С.А. Колодяжный, К.Н. Сотникова.....	224
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВАРИЙНОГО ИСТЕЧЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ СМЕСИ	
А.В. Колпаков, И.В. Каменев.....	227
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАДИАТОРАХ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДОВ	
С.В. Кузубов, А.В. Кортуннов.....	229
ПРОГРАММА «ПОЖАР-ЭКО» ДЛЯ РАСЧЕТА РАСПРАСТРОНЕНИЯ ПРИМЕСИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОЖАРА ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ГОРОДА ВОРОНЕЖА	
И.И. Метелкин.....	232
К ВОПРОСУ О ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВАХ БЫСТРОВОВОДИМЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЕВМООПАЛУБКИ	
И.В. Михневич, С.Д. Николенко, В.А. Попов.....	234
РАСЧЕТ МИКРОПОЛОСКОВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ ДЛЯ СИСТЕМ СВЯЗИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ	
М.А. Панкова, Д.В. Картавец.....	237
ИМИТАЦИОННАЯ ИГРА ПО ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЗМОВ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ФИНАНСОВЫХ СРЕДСТВ	
А.И. Половинкина, С.А. Голев, А.Ю. Зенин.....	240
ИМИТАЦИОННАЯ ИГРА «МЕХАНИЗМ КОМПЕНСАЦИИ ЗАТРАТ ЗА СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ РИСКА»	
А.И. Половинкина, С.А. Голев.....	245
ЗАДАЧА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ШТРАФОВ	
А.И. Половинкина, А.В. Кузовлев, А.Ю. Зенин.....	250
СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ШТРАФОВ	
А.И. Половинкина, С.А. Голев, А.Ю. Зенин.....	253
ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РАБОТЕ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ	
К.А. Склярков, Е.А. Сушко, С.А. Переславцева.....	259
АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ	
О.А. Трибунских.....	263
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ	
С.Н. Тростянский, Ю.Н. Зенин, Г.А. Бакаева.....	264
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ВСПУЧИВАЮЩЕГОСЯ ПОКРЫТИЯ	
А.Я. Шаршанов.....	267

Секция № 5

**ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СВОЙСТВ
ВЕЩЕСТВ, МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА

ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ВЗРЫВА ЛВЖ

С.Г. Алексеев, Н.М. Барбин..... 270

**К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ ГОРЮЧЕСТИ ПОЛИМЕРНЫХ
МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ ОЗОНИРОВАНИЯ**

К.А. Афанасенко, А.П. Михайлюк..... 271

**ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ ВАЛА
ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ПОЖАРНЫХ НАСОСОВ**

В.Г. Баркалов, Б.И. Кривошей, А.Н. Ларин, В.В. Чигрин 274

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ЗАМЕРОВ
СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ОСТАТОЧНОГО СРОКА СЛУЖБЫ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНОЙ
ПРОДУКЦИИ**

А.Н. Григоренко, В.А. Пономарев..... 277

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ВЯЖУЩИХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

В.В. Дейнека..... 280

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

И.Г. Казьмина, Л.Т. Рязанцева, В.М. Усков, П.С. Куприенко..... 283

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТОГО ПЛАМЕНИ НА
ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ
СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА**

В.И. Кривцова, Ю.П. Ключка..... 286

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ
СИНТЕТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА НИТРОН**

Н.И. Коровникова, В.В. Олейник..... 289

**ЗАМЕДЛИТЕЛИ ГОРЕНИЯ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ
ПРОДУКТОВ АМИНОЛИЗА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРИФТАЛАТА
АЛИФАТИЧЕСКИМИ АМИНАМИ**

М.А. Красильникова, В.М. Балакин..... 291

**ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАГОРАНИЯ
ЛЕСНОГО ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА**

Н.А. Кропотова, П.В. Дудин, Д.А. Жиров..... 293

**ПРИРОДА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАГОРАНИЯ ЛЕСНОГО
ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА**

Н.А. Кропотова, Д.А. Жиров..... 295

**УЛУЧШЕНИЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
БЕТОНОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ДОБАВОК-
МОДИФИКАТОРОВ**

А.А. Леденев, В.Т. Перцев..... 298

ВЛИЯНИЕ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА

КИНЕТИКУ РАСПАДА ЖИДКОГО НИТРОМЕТАНА Г.Б. Литинский.....	299
МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ГЛИНОЗЕМИСТЫЙ ЦЕМЕНТ ДЛЯ ЗАЩИТЫ АТОМНЫХ УСТАНОВОК О.В. Миргород.....	300
СНИЖЕНИЕ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОТХОДОВ Н.С. Никулина, Д.В. Каргашилов, С.С. Никулин.....	301
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ А.Б. Плаксицкий, А.И. Бочаров.....	303
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИОНООБРАЗОВАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРАХ ДЛЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ ДЫМА В ОЧАГАХ ПОЖАРОВ И.И. Попов, И.А. Толкунов.....	306
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИЛОВЫХ ВОЛНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ В АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ, ИНЖЕНЕРНОЙ И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ТЕХНИКЕ УКРАИНЫ А.Г. Приймаков, Д.Л. Соколов, В.А. Самарин.....	309
ОЦЕНКА ПОТРЕБЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ В БАКЕЛИЗАТОРАХ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ АБРАЗИВНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА БАКЕЛИТОВОЙ СВЯЗКЕ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ А.А. Разумов, Н.А. Кропотова.....	312
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ Е.А. Рыбка.....	315
ВЛИЯНИЕ ПЕРЕГОРОДОК НА ПОЖАРНУЮ И ПРОМЫШЛЕННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТА К.А. Склярлов, Е.А. Сушко.....	316
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ КЕТОНОВ Е.В. Тарахно, Д.Г. Трегубов, А.И. Шепелева.....	319
ВСПУЧИВАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ ПОНИЖЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ С.В. Тимофеева.....	321
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ КАУЧУКОВ ФИРМЫ DOW CORNING С.В. Тимофеева, М.В. Винокуров.....	324
ОПАСНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЗЕРВУАРОВ	

С.В. Тимофеева, А.В. Иванов.....	327
РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ КЕТОНОВ РАЗНОГО СТРОЕНИЯ	
Д.Г. Трегубов, Е.В. Тарахно.....	329
К ВОПРОСУ ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ГНЕЗДОВОМ САМОНАГРЕВАНИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	
В.В. Тригуб.....	331
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ МИКРОКЛИМАТА НА ОСНОВЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ КОМПОЗИТОВ	
Е.А. Фанина.....	333
Секция №6	
<i>ТЕХНОЛОГИИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ. СИСТЕМЫ ПОЖАРНОГО МОНИТОРИНГА</i>	
ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПОД ПОТОЛКОМ ПРИ ТЛЕНИИ И ПЛАМЕННОМ ГОРЕНИИ БУМАГИ	
А.А. Антошин, И.Е. Зуйков, Г.И. Олефир.....	336
МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАВОДНЕНИЙ	
В.В. Андронников, П.Д. Савченко.....	339
ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И ПРОВЕДЕНИЮ МЕРОПРИЯТИЙ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ	
М.С. Близнюк, Р.И. Додонов.....	342
АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К МОБИЛЬНЫМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСАМ ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА ЛИКВИДАЦИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	
С.Н. Бондаренко.....	347
О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНОЙ, С УЧЕТОМ СОЗДАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	
Р.Н. Галкин.....	348
БАЗОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ ХРАНИЛИЩ МЧС	
Л.В. Гусева, О.О. Панина.....	353
ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧС И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ	
С.А. Дудак.....	354
УЧЁТ ЗАТУХАНИЯ РАДИОВОЛН В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАЛЬНОСТИ РАДИОСВЯЗИ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ	
А.В. Загора, Е.Е. Селеенко, А.Б. Фещенко.....	357
ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ	

ТРУБЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ УДАРЕ	
Халыпа В.М., В.А. Метелёв.....	360
ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОДНООСНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТЕЛЕЖКИ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ	
С.А. Венедиктов, А.Я. Калиновский, Г.А. Чернобай.....	363
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ ОЦЕНКИ УГРОЗ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ	
В.Д. Калугин, В.В. Тютюник, Р.И. Шевченко.....	365
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН РИСКА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ И НА ПОЖАРЕ	
Д.В. Каргашилов, А.В. Вытовтов.....	367
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЧС РОССИИ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: РЕЗУЛЬТАТЫ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ	
С.В. Коллеганов.....	371
ОБУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ И ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ СМЕРТНОСТИ НА АВТОДОРОГАХ РОССИИ	
С.В. Коллеганов.....	376
О ПРИМЕНЕНИИ БЕСПИЛОТНЫХ САМОЛЕТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЖАРОВ ТОРФЯНИКОВ	
О.В. Кулаков, Е.М. Райз.....	381
О НОВЫХ ПОДХОДАХ К ПРОВЕДЕНИЮ МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОМПЛЕКСНОЙ МАСКИРОВКЕ ОБЪЕКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ	
И.В. Курличенко, М.С. Близнюк.....	384
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРОВ	
А.С. Мальцев, Ю.В. Складчикова.....	389
ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
О.Е. Работкина, Н.И. Попов.....	392
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ НА РУБЕЖЕ XXI ВЕКА	
О.Е. Работкина, Н.И. Попов.....	395
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКОВ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ	
О.Е. Работкина, С.Н. Хаустов.....	398
ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В АТМОСФЕРЕ В ЗАДАЧЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ	

ЗАЩИТЫ	
И.П. Расторгуев, А.Н. Неижмак.....	401
ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С ИНТЕНСИВНЫМ ВЫДЕЛЕНИЕМ ПЫЛИ	
Е.В. Романюк, Ю.В. Красовицкий.....	404
НЕОБХОДИМОСТЬ УЧЕТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ	
А.В.Смирнов.....	407
ВЛИЯНИЕ ВИДА И СТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЙ	
В.Н. Старов, В.И. Федянин, С.Н. Хаустов, А.Н. Внуков.....	410
ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ СВОЙСТВАМ МАТЕРИАЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ	
В.Н. Старов, С.Н. Хаустов, А.Н. Внуков, В.И. Федянин.....	413
ФОРМИРОВАНИЕ ЗАДАНЫХ СТРУКТУР ПОЛИМЕРОВ ПОСРЕДСТВОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ	
В.Н. Старов, А.В. Калач, С.Н. Хаустов, В.С. Лагунов.....	418
АНАЛИЗ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИЙ И СТРУКТУР СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ	
В.Н. Старов, А.В. Калач, С.Н. Хаустов, В.С. Лагунов.....	421
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЯДЕРНЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ	
С.Н. Хаустов.....	425
ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ПОРАЖЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА И ЭТАПЫ ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНОЙ ОБСТАНОВКИ	
С.Н. Хаустов.....	429
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОБЫЧНЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ	
С.Н. Хаустов.....	433
ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ, СОПРОВОЖДАЮЩИХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ, НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ СЫРЬЕ, ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ И ВОДУ	
С.Н. Хаустов, С.А. Бокадаров, А.Б. Емельянов.....	438
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ АППАРАТОВ ЗАЩИТЫ ОТ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ВОЗМОЖНЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЗВИТИЯ	
В.С. Хоменко.....	441

К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМЕ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ	
В.В. Христич, М.В. Маляров.....	444
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА СРЕДСТВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ НАВОДНЕНИЙ	
А.Н. Соболев, Ю.С. Чапля.....	446
Секция № 7	
<i>КРУГЛЫЙ СТОЛ ПО ПРОБЛЕМАМ СЕНСОРИКИ И ТЕСТ – МЕТОДАМ АНАЛИЗА</i>	
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СИНТЕЗАТОРОВ ЧАСТОТ С УГЛОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ	
С.В. Берлёв.....	448
ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА	
А.Е. Васюков, В.М. Лобойченко, А.А. Карлюк.....	450
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ ПО ПАРАМЕТРАМ ЦВЕТНОСТИ	
О.Б. Рудаков, Е.Н. Грошев, И.Г. Кудухова, И.В. Бочарникова, Л.В. Рудакова.....	451
ЦВЕТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ ЭКОТОКСИКАНТОВ В ВОДНЫХ СРЕДАХ	
О.Б. Рудаков, Е.Н. Грошев, И.Г. Кудухова, И.Г. Кудухова, Л.В. Рудакова.....	455
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
А.И. Ситников, С.В. Железный, Е.В. Калач.....	460
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ГОРНОГО СКЛОНА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ СХОДА СНЕЖНЫХ ЛАВИН	
А.С. Соловьев, А.В.Калач, С.Л Карпов.....	462
ПРОВЕДЕНИЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ПРИ ТЕРМООКИСЛЕНИИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ	
А.М. Чуйков, А.В. Мещеряков.....	465

Материалы докладов опубликованы в авторской редакции

Корректурa Дьякова Ю.М.

Оригинал-макет Никитская Л.М.

Подписано в печать 25.10.12 Усл. печ. л. 30,06. Гарнитура Таймс Новая.

Печать типографская. Тираж 300 экз.

ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России 394052, Воронеж,
ул. Краснознаменная, 231