

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

*Сборник материалов
XV международной научно-практической конференции молодых ученых*

7-8 апреля 2021 года

В двух томах

Том 1

Часть 2

Минск
УГЗ
2021

УДК 614.8.084
ББК 38.96
О-13

Организационный комитет конференции:

Председатель – канд. тех. наук, доцент, начальник УГЗ МЧС Беларуси И.И. Полевода.

Сопредседатель – д-р. тех. наук, проф., проф. каф. ПБС АГПС МЧС России А.Б. Сивенков.

Члены комитета:

д-р. тех. наук, зам. нач. управления Южно-Чешского края С. Каван;

д-р. тех. наук, проф., зам. директора по науке ОИМ НАН Беларуси В.Б. Альгин;

д-р. тех. наук, доц., гл. науч. сотр. лаб. турбулентности ИТМО НАН Беларуси В.И. Байков;

д-р. хим. наук, проф. зав. лаб. огнетушащих в-в НИИ ФХП БГУ В.В. Богданова;

канд. физ.-мат. наук, доц., зам. нач. УГЗ МЧС Беларуси А.Н. Камлюк;

канд. тех. наук, доц., начальник отдела науки и инновационного развития МЧС Беларуси С.М. Пастухов.

Технический редактор – канд. тех. наук, доц., нач. ОНиИД УГЗ МЧС Беларуси В.А. Кудряшов.

Технический секретарь – научный сотрудник ОНиИД УГЗ МЧС Беларуси Э.Г. Говор.

Редакционная коллегия:

канд. тех. наук, доц., зав. каф. ПрБ УГЗ МЧС Беларуси В.А. Бирюк;

канд. ист. наук, доц., зав. каф. ГН УГЗ МЧС Беларуси А.Б. Богданович;

канд. юр. наук, доц., доц. каф. ОСНиПО УГЗ МЧС Беларуси Е.Ю. Горошко;

канд. физ.-мат. наук, доц., зав. каф. ЕН УГЗ МЧС Беларуси А.В. Ильюшонок;

канд. ист. наук, доц., доц., каф. ГН УГЗ МЧС Беларуси В.А. Карпиевич;

канд. филол. наук, проф. каф. СЯ УГЗ МЧС Беларуси Т.Г. Ковалева;

канд. тех. наук, доц., нач. каф. ПАСТ УГЗ МЧС Беларуси В.В. Лахвич;

канд. тех. наук, доц., нач. каф. ПБ УГЗ МЧС Беларуси А.С. Миканович;

канд. тех. наук, нач. каф. АСБ УГЗ МЧС Беларуси В.Н. Рябцев;

канд. тех. наук, доц., нач. каф. ГЗ УГЗ МЧС Беларуси М.М. Тихонов.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы : сб.
О-13 материалов XV международной научно-практической конференции молодых
ученых.: В 2-х томах. Т. 1. Ч.2 – Минск : УГЗ, 2021. – 540 с.
ISBN 978-985-590-118-2.

В сборнике представлены материалы докладов участников XV международной научно-практической конференции «Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы», состоявшейся 7-8 апреля 2021 года.

Материалы сборника посвящены: обеспечению безопасности жизнедеятельности; пожарной безопасности и предупреждению техногенных чрезвычайных ситуаций; лесным природным пожарам и борьбе с ними; современным технологиям ликвидации чрезвычайных ситуаций; научно-техническим разработкам в области аварийно-спасательной техники и оборудования; гражданской защите; радиационной безопасности и экологическим аспектам чрезвычайных ситуаций; правовым, образовательным и психологическим аспектам безопасности жизнедеятельности; практике профессиональной иноязычной коммуникации.

Издание предназначено для курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктуры (аспирантуры) учреждений образования и научных учреждений.

Тезисы представлены в авторской редакции.

Фамилии авторов набраны курсивом, после авторов указаны научные руководители.

УДК 614.8.084
ББК 38.96

ISBN 978-985-590-118-2 (Т. 1)
ISBN 978-985-590-120-5

© Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным
ситуациям Республики Беларусь», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Секция № 2 «ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ПОЖАРНАЯ, АВАРИЙНО–СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ»

<i>Андросов Я.К., Казаков В.А., Смиловенко О.О.</i> Повышение работоспособности аварийно-спасательного инструмента	320
<i>Антоненко М.А., Пасовец В.Н.</i> Неисправности электрооборудование как причина возникновения пожара на сельскохозяйственной технике	323
<i>Бабашов И.Б., Фараджуллаев Ш.Ш., Дадашов И.Ф.</i> Пути повышения эффективности тушения пожаров класса «В»	326
<i>Бабеев В.В., Лахвич В.В.</i> Эффективность тушения пожаров жидкостными огнетушащими средствами	329
<i>Белодед Д.А., Жукалов В.И.</i> Применение приспособления для обрезки проводов линий электропередач во время тушения пожара	331
<i>Ботиров М.Р., Расулев А.Х.</i> Инновационный подход по улучшению противопожарной защиты при эксплуатации электроустановок технологического процесса производства	333
<i>Бочкарев А.Н., Костриков Ю.А., Семенов А.Д.</i> Оценка эффективности применения установки тушения компрессионной пеной при тушении пожара на ООО «Фольксваген Груп Рус»	336
<i>Вострых А.В., Терёхин С.Н.</i> Варианты построения систем иммерсивных интерфейсов для специализированных информационных систем МЧС России	340
<i>Габдуллин В.Б.</i> Особенности действий звеньев газодымозащитной службы при массовом спасении людей	343
<i>Добрунов А.Е., Левчук Н.В., Барковская М.М.</i> Технологии ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций с выбросом аварийно-химически опасных веществ	346
<i>Дойлидова А.В., Колеров Д.А., Балобанов А.А.</i> Влияние неблагоприятных погодных условий на водный транспорт в условиях Арктики	349
<i>Женевская В.Ю., Рева О.В.</i> Модификация полимерных связующих замедлителями горения для нанесения на текстильные подложки	352
<i>Зими́на В.А., Мясников Д.В.</i> Обеспечение безопасности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ во время ликвидации последствий террористических актов	354
<i>Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д.</i> Повышение огнетушащей эффективности автоматических установок пожаротушения водой	358
<i>Игнатенкова Д.А., Балобанов А.А.</i> Безопасность морских судов в Арктике	361
<i>Игнатьев В.С., Мельник Р.П.</i> Исследование требований к информационным и телекоммуникационным системам государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям	364
<i>Колеров Д.А., Балобанов А.А.</i> Выбор материалов для боевой одежды пожарного к действиям в условиях Арктической зоны	366
<i>Константинова А.С., Поляков А.С.</i> О необходимости учета преобладающего механизма тушения при испытаниях огнетушащих порошков	369
<i>Корнилов А.А., Погребов С.А.</i> Организация работы оперативного штаба ППУ МЧС России в условиях Арктической зоны	371
<i>Королев С.Н., Троянов О.М.</i> Основные типы АСИ, приспособлений и оборудования	373
<i>Короткевич С.Г., Ковтун В.А.</i> Особенности расчета прочности угловых сварных соединений цистерн пожарных автомобилей прямоугольного сечения при возникающих в процессе движения повторно-переменных напряжениях	375
<i>Короткевич С.Г., Никитин О.В., Ковтун В.А.</i> Моделирование напряженно-деформированного состояния цистерн пожарных автомобилей в условиях оперативного движения к месту ликвидации чрезвычайных ситуаций	378
<i>Котов Г.В.</i> Применение абсорбирующих веществ для обеззараживания потока опасной примеси	381
<i>Криваль Д.В., Рева О.В.</i> Активация поверхности полиамидных волокон перед химическим закреплением неорганического антипирена	382
<i>Кудласевич К.Ф., Беляев Д.А.</i> Применение беспилотных летательных аппаратов в интересах МЧС Республики Беларусь	385
<i>Лавров А.М., Погребов С.А.</i> Порядок поиска и спасения пассажиров и экипажей терпящих или потерпевших бедствие воздушных судов	388
<i>Лебедев А.Н., Меженев В.А., Гладченко В.Я., Ольховский И.А.</i> Метод расчета коэффициентов напорно-расходных характеристик пожарного насоса	391
<i>Мазаев К.А., Шестаев А.А., Ермакова Н.А., Косов А.В., Надточий О.В.</i> Федеральный банк данных по средствам обеспечения пожарной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ, как информационный источник в системе ФПС ГПС МЧС России	394

<i>Меженев В.А., Ольховский И.А.</i> Применение численного моделирования для определения дальности подачи огнетушащих веществ пожарной ствольной техники с универсальным насадком	396
<i>Мехова В.В.</i> Информационно-аналитическая система в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий	399
<i>Unisov M.M., Gafarov A.M.</i> Grouping the causes of failure of emergency equipments	401
<i>Михалев Р.Н., Навроцкий О.Д.</i> Актуальность проведения исследований гидравлического сопротивления напорных пожарных рукавов и их пропускной способности	404
<i>Назарович А.Н., Рева О.В.</i> Влияние хемосорбции замедлителей горения на полиэфирном волокне на особенности их огнезащитного действия	408
<i>Остапов К.М.</i> Разработка конструкции установки тушения гелеобразующими составами с удлиненным стволом коленчатого типа	411
<i>Остапов К.М.</i> Усовершенствование автономной установки тушения гелеобразующими составами	414
<i>Палин Д.Ю.</i> Разработка конструкции магнитожидкостного уплотнения с эластомерным материалом для герметизации подшипниковых узлов пожарных насосов	417
<i>Поздняков Н.А.</i> Опыт применения пожарно-спасательных мотоциклов в Российской Федерации	420
<i>Радецкий А.В., Курбатов М.Ю., Панферова З.А.</i> Мобильный комплекс для поиска пострадавших в снежных завалах и лавинах «ПОИСК - ПЛ»	422
<i>Ракович В.В., Рева О.В.</i> Защитные композиционные покрытия для деталей пожарной аварийно-спасательной техники из никеля, допированного оксидом ванадия	424
<i>Романова А.А., Балобанов А.А.</i> Оценка деятельности оперативных дежурных смен с использованием нечетких множеств	427
<i>Рыжков М.Б., Журов М.М.</i> Новая модернизированная конструкция устройства для подачи огнетушащего порошка	429
<i>Рыжков М.Б., Журов М.М.</i> Новые исследования параметров подачи огнетушащего порошка	431
<i>Сабиров Э.Э., Уринбоев Г.К., Махкамов Н.Я.</i> Композитные материалы и их применение в пожарной-спасательной технике	433
<i>Сараев И.В.</i> Напорный пожарный рукав с расширенным функциональным назначением	437
<i>Скорупич И.С., Грачулин А.В.</i> Расчет дальности подачи пенной струи при использовании установок генерирования компрессионной пены	440
<i>Суриков А.В., Лешенюк Н.С.</i> Оценка эффективности применения активно-импульсных систем видения в условиях пожара	443
<i>Сыровой В.В.</i> Обеспечение эффективности пожарно-спасательных подразделений при проведении разведки	446
<i>Сыровой В.В.</i> Особенности функционирования системы тушения пожаров	448
<i>Тарасюк В.В., Семененко И.А., Толкунов И.А., Попов И.И.</i> Математическая модель очистки воздуха в труднодоступных очагах дымообразования с использованием рециркуляционного электрофилтра	450
<i>Халиков Р.В., Дегтярев С.В.</i> Влияние взрывного вскипания температурно-активированной воды на ингибирующую способность водорастворимых солей	453
<i>Чубаров Д.С., Блинов О.В., Годлевский В.А., Моисеев Ю.Н.</i> Моделирование в среде Solidworks/Flowworks процесса нагрева воздушной среды в замкнутом пространстве при ограниченном воздухообмене	455
<i>Чуйкина Д.Р., Дойлидова А.В., Балобанов А.А.</i> Комплексная безопасность в Арктической зоне Российской Федерации	458
<i>Шумнов Г.С., Иванов В.Е.</i> Применение инновационных методов при ремонте радиаторов пожарных автомобилей	461
<i>Якушко А.М., Дубинин Д.П.</i> Обоснование и исследование технических средств для ликвидации очагов термической активности растительного сырья в силосах	463

Секция № 3 «ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

<i>Bayramli N.N.</i> Regulation of nuclear and radiological activities in the republic of Azerbaijan	466
<i>Бордак С.С., Субботин М.Н.</i> Подход по формированию исходных данных, необходимых для подготовки решения на проведение аварийно-спасательных работ и других неотложных работ по ликвидации последствий применения средств поражения	469
<i>Веселов А.В.</i> Подход к распределению времени между предметами программы боевого слаживания личного состава специальных формирований гражданской обороны	471
<i>Дерендяева О.А., Олтян И.Ю.</i> Анализ ситуации в области борьбы с наводнениями в Великобритании и КНР	474
<i>Душкин С.С.</i> Повышение надежности работы очистных сооружений систем водоснабжения	477

<i>Каленова А.А., Одинцова С.В., Буймова С.А., Бубнов А.Г., Моисеев Ю.Н., Буймова С.А.</i> Доочистка родниковой воды (аварийного источника водоснабжения) с применением бытового оборудования	480
<i>Клезович С.И.</i> Метеорологические чрезвычайные ситуации, характерные для г.Гомеля	483
<i>Коваль В.В., Дейнека В.В.</i> Исследование возможности влияния на устойчивость специальных материалов на основе полифункциональных цементов	485
<i>Колотилова А.А., Бубнов А.Г., Буймова С.А., Моисеев Ю.Н., Бубнов А.Г.</i> Биомониторинг экологического состояния мест разгрузки поверхностных грунтовых вод с целью предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций	486
<i>Корнейчук О.Н., Тихонов М.М.</i> К вопросу о переработке классификатора чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	489
<i>Кузнецов М.В.</i> Роль явления «Парового взрыва» в техногенных катастрофах на объектах гидро- и ядерной энергетики	492
<i>Курепин В.Н.</i> Государственное управление в сфере гражданской защиты и безопасности жизнедеятельности в условиях реформирования местного самоуправления	495
<i>Курская Т.Н.</i> Некоторые аспекты безопасной эксплуатации объектов энергетического комплекса	497
<i>Линкевич Е.С., Павкина В.Н., Пинчук А.И.</i> Сравнительная характеристика сцинтилляционного и газоразрядного детекторов гамма излучения	500
<i>Лузева Ю.С., Зиновьева В.В., Буймова С.А., Бубнов А.Г., Моисеев Ю.Н., Буймова С.А.</i> Оценка состояния родниковых вод с применением биотестового и физико-химических методов анализа	503
<i>Махмудзаде А.М., Гасанова Н.И.</i> Анализ причин экстремальных гидрометеорологических условий в бассейне Куры	506
<i>Матвеев С.А., Сафонова Н.Л.</i> Изучение оценки вероятности поражения молнией самолета при полете в условиях грозовой облачности	510
<i>Миргуламлы Ф.О., Смиловенко О.О.</i> Анализ совокупного территориального риска на базе системного анализа чрезвычайных ситуаций	512
<i>Мных М.-М.Р., Сукач Р.Ю.</i> Системы герметичного ограждения на современных атомных электростанциях	514
<i>Мных М.-М.Р., Сукач Р.Ю.</i> Железобетонная ограждающая конструкция гермооболочки на атомных электростанциях	517
<i>Наимова М., Шамансуров С.</i> Логистика создания и использования резервов в концепции материально-технического обеспечения мероприятий гражданской защиты	520
<i>Новосад Д.В., Мельник О.Г.</i> Определение необходимых технических характеристик для оценки уровня защищенности беспроводных систем гражданской защиты	523
<i>Носова М.В., Середина В.П.</i> Обеспечения экологической аллювиальных почв в условиях загрязнения нефтью и минерализованными жидкостями	525
<i>Пархоць А., Кушнер Т.Л.</i> Анализ формирования практико-ориентированных компетенций у обучающихся при изучении радиационной безопасности	527
<i>Приходько В.А., Христин Е.В.</i> Композитные материалы для защиты от действия электромагнитного излучения	530
<i>Титов С.А., Барбин Н.М., Кобелев А.М., Прытков Л.Н.</i> Аварийные события, произошедшие на атомных электрических станциях в России за период 1992 – 2019 годы	532
<i>Урдин М.О., Сафонова Н.Л.</i> Процесс вероятностного анализа безопасности летательных аппаратов	535
<i>Эльман К.А., Срыбник М.А.</i> Основные аспекты экологических рисков возникающие при транспортировке нефти	537

Секция 2

ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ПОЖАРНАЯ, АВАРИЙНО–СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 614.846

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Андросов Я. К., Казаков В.А.

Смиловенко О.О., кандидат технических наук, доцент
Лосик С.А.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Направленное изменение физико-механических свойств металлической связки алмазных сегментов путем модифицирования ультрадисперсным алмазом позволило улучшить эксплуатационные характеристики режущих кругов: удельную стойкость и скорость резания, что, в свою очередь, позволит повысить эффективность аварийно-спасательных работ.

Ключевые слова: аварийно-спасательные работы, алмазный сегмент, металлическая связка, модифицирование, ультрадисперсный алмаз, удельная стойкость.

INCREASE OF EMERGENCY-RESCUE TOOL OPERABILITY

Androsov Y. K., Kazakov V. A.

Smilovenko O. O., PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Losik S. A.

Abstract. The directed change of physicommechanical properties of a metal linking of diamond segments by modifying by ultradisperse diamond allowed to improve operational characteristics of cutting circles: specific firmness and cutting speed that, in turn, will allow to increase efficiency of a crash-rescue operations.

Keywords: crash-rescue operations, diamond segments, metal linking, modifying, ultradisperse diamond, specific firmness.

Одним из важнейших факторов, обеспечивающих успешное проведение аварийно-спасательных работ, является применение современного и эффективного аварийно-спасательного инструмента. В связи с этим задача повышения работоспособности и эксплуатационных характеристик такого инструмента является актуальной.

Алмазные круги с прерывистым режущим слоем (сегментные) получили наибольшее распространение и изготавливаются диаметром от 200 до 3500 мм с толщиной корпуса 1,5-15 мм. Такие круги состоят из корпуса (несущей основы инструмента), в качестве которого

используется обычно закаленная инструментальная сталь 39 – 40 HRC; на периферии его имеются радиальные пазы и закрепляются алмазосодержащие сегменты, изготовленные преимущественно методами порошковой металлургии [1].

Металлические связки представляют собой многокомпонентные порошковые смеси, основными составляющими которых являются Co, Cu, W, Al, легированные соединениями Ti, В и другими элементами. Разработка новых металлических связок с улучшенными эксплуатационными свойствами является актуальной проблемой. Практически ставится задача создания нового класса инструментальных материалов. Большие возможности в этом плане открывает технология получения металлических связок, модифицированных ультрадисперсными алмазами (УДА). Введение таких материалов в металлические связки изменит процесс компактирования и спекания последних, их физико-механические и эксплуатационные свойства [2].

При спекании алмазосодержащих материалов важно обеспечить надежный контакт алмаз – связка и сохранить при этом высокие режущие свойства алмазных зерен. Для электроконтактного способа необходимо, чтобы алмаз (диэлектрик) был окружен электропроводной связкой. Основными параметрами, влияющими на условия спекания, являются амплитуда тока и длительность электрического импульса, которые определяют тепловой режим процесса. В данном случае амплитуда тока и длительность разряда – задаваемые параметры, температурное поле после прохождения импульса тока регулируется технологической оснасткой [3].

Триботехнические испытания металлических связок, модифицированных УДА

Рассмотрим механизм взаимодействия алмазного зерна и модифицированной связки с обрабатываемым материалом. Процесс износа модифицированного алмазоносного слоя состоит из нескольких взаимосвязанных и одновременно протекающих фаз: абразивного износа и механического удаления (вырывания) зерен, а также абразивного истирания связки. Вырывание зерен из связки происходит в результате воздействия на них тангенциальных составляющих силы резания, а абразивное истирание связки - вследствие воздействия на нее мелкодисперсных продуктов разрушения.

Если связка имеет износостойкость ниже оптимальной, алмазные зерна преждевременно из нее выпадают, в результате чего они используются нерационально. Если износостойкость связки выше оптимальной, на вершинах режущих алмазных зерен образуются значительные площадки, в результате чего для их внедрения в обрабатываемый материал требуются дополнительные силы, которые приводят к возникновению больших усилий резания, разрушению алмазоносного слоя.

Триботехнические свойства металлических связок изучались при помощи специальной установки для триботехнических испытаний материалов (УТИМ-2).

Триботехническим испытаниям были подвергнуты металлические связки, модифицированные ультрадисперсным алмазным порошком соответствующей концентрации. В процессе испытаний производились измерения коэффициента трения, температуры фрикционного разогрева и суммарного износа образцов. Получены определенные закономерности износа связок в зависимости от степени легирования их порошком ультрадисперсного алмаза. Наиболее наглядно кинетику износа отражает изменение коэффициента трения на определенном пути и за определенное время (2 часа) при одинаковой нагрузке – 10Н.

На рисунках 1 и 2 продемонстрированы изменения вышеуказанных параметров выбранных связок при наиболее оптимальной их модификации по сравнению с образцами, изготовленными на «чистой» связке.

Так, для связки М2-01 наиболее оптимальной является 0,5% концентрация УДА, при которой коэффициент трения изменяется в пределах 0,2-0,25 за время – 4 часа (рисунок 1). В то время, как коэффициент трения «чистой связки» находился на уровне 1,3 в течении 2-х часов (рисунок 2).

Микрорентгеноспектральные исследования экспериментальных образцов режущих элементов показали высокую гомогенность спеков, повышение их микротвердости.

Равномерное распределение модифицирующих наноалмазных частиц позволяет выровнять удельное электросопротивление спекаемого слоя, что приводит к получению гомогенной структуры спека по всему объему.

Установлено, что оптимальной концентрацией легирования металлических связок порошком УДА является диапазон 0,5-0,75%. Повышение твердости модифицированных связок снижает интенсивность их изнашивания и повышает прочность алмазоудержания, о чем говорит снижение удельного расхода алмазного сырья – на 10%. Однако, увеличение концентрации УДА до 1% и выше приводит к резкому повышению коэффициента трения и температуры в зоне обработки, увеличивает твердость связки, снижает ее пластичность, затрудняет процесс вскрытия новых режущих зерен, что приводит к ухудшению эксплуатационных свойств алмазного инструмента.

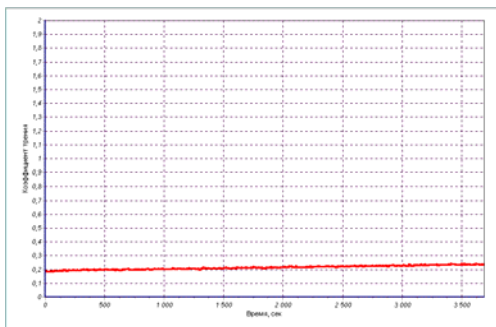


Рис.1 - Триботехнические свойства связки М2-01, модифицированной УДА с концентрацией 0,5 %

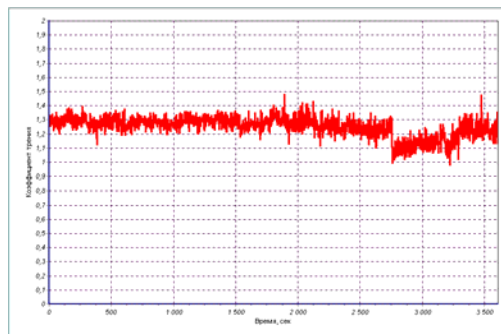


Рис.2 - Триботехнические свойства «чистой» связки М2-01

Модифицирование металлических связок алмазными нанокомпонентами придало связкам новые характеристики, которые, в свою очередь, изменили их эксплуатационные свойства. Таким образом, модификация УДА металлических связок, приводит к улучшению эксплуатационных показателей последних, т.е. повышению производительности, снижению расхода алмазного сырья, повышению стойкости на износ.

Режущие круги, изготовленные на основе модифицированных связок обладают физико-механическими и триботехническими свойствами отличными от стандартных. Благодаря более низкому коэффициенту трения, окружная скорость обработки выросла на 15-20%, глубина пропила на 10%, производительность на 25-30%. Увеличилась также и общая стойкость инструмента.

Работоспособность алмазных инструментов в значительной степени определяется надежностью закрепления в матрице (связке) алмазных зерен. Введение в металлические связки модифицирующей добавки в виде порошка ультрадисперсного алмаза влияет на процесс компактирования и спекания последних, позволяет повысить их физико-механические и эксплуатационные свойства. Установлено, что повышение твердости и снижение коэффициента трения, достигнутое в результате модифицирования, снижает интенсивность изнашивания связок и повышает прочность алмазоудержания, о чем свидетельствует снижение удельного расхода алмазного сырья при резании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яхутлов М.М. Повышение стойкости алмазного инструмента на металлической связке, СТИН, 2001, №7, с. 19-23.
2. Доматов В.Ю., Сушев В.Г., Фуджимура Т., Веретенникова М.В. Природа кластерных наноалмазов детонационного синтеза и физико-химические аспекты технологии их азотнокислотной очистки. Сверхтвердые материалы, 2004, №1, с.23-29.
3. Булгаков В.И., Лаптев А.И. и др. Методика оценки износостойкости связок алмазного инструмента. – «Материаловедение», 2004, №2, - С. 24-28.

НЕИСПРАВНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ КАК ПРИЧИНА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Антоненко М.А.

Пасовец В.Н., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. В данной работе рассмотрен пример уничтожения сельхозтехники пожаром, возникшим из-за неисправности электросистемы. Показано, что короткое замыкание является наиболее распространенным аварийным режимом работы электрооборудования, приводящим к пожару.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, чрезвычайная ситуация, электрическая система.

MALFUNCTIONS IN ELECTRICAL EQUIPMENT AS A CAUSE OF FIRE ON AGRICULTURAL MACHINERY

Antanenka M.A.

Pasovets V.N., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. An example of the destruction of agricultural machinery by a fire formed due to a malfunction of the electrical system is considered in this work. Short circuit is the most common emergency operation of electrical equipment, leading to a fire.

Keywords: agricultural machinery, emergency, electrical system.

Электрическая энергия, используемая для пуска двигателя, а также для приведения в действие контрольно-измерительных приборов сельскохозяйственной техники [1, 2], может являться источником зажигания [3]. В качестве источников электрического тока на используются электрические аккумуляторы и генератор. Электрическая система является одной из самых пожароопасных систем трактора или комбайна [4]. Факторами, влияющими на работу электрических систем сельскохозяйственной техники, являются: высокие температуры поверхностей двигателя, высокий уровень теплового излучения от двигателя, наличие топливopроводов, расположенных в непосредственной близости, при повреждении которых электросистема становится потенциальным источником зажигания. Также вода, пыль и грязь вызывают коррозию в местах электрических контактов, увеличивая при этом электрическое сопротивление и вызывая местные перегревы, оплавления и горение изоляции.

Необходимо отметить, что короткое замыкание является наиболее распространенным аварийным режимом работы электрооборудования, приводящим к пожару. Наиболее опасным в этом отношении является режим прямого короткого металлического замыкания полюсных клемм батарей, например, замыкание положительной клеммы аккумулятора на корпус при нарушении ее изоляции, что сопровождается возникновением мощной электрической дуги, обуславливающей разбрызгивание расплавленных капель металла, и мгновенному воспламенению газозоодушных смесей. Стартер и генератор также могут выступать в качестве источников зажигания. Это обуславливается тем, что их конструкция содержит искрообразующие элементы – коллектор и щетки, а также обмотки статора и ротора.

При достижении критических значений температур в электрооборудовании возможно воспламенение изоляции и находящихся вблизи горючих конструкционных материалов. Если же температура не достигает критической, но достаточно высока, то увеличивается скорость старения изоляции провода, а ее эксплуатационное состояние и долговечность снижаются. Это может привести к короткому замыканию и воспламенению изоляции токоведущих частей.

Таким образом в сельскохозяйственной технике, как и в автомобиле, возможно возникновение несколько аварийных режимов работы электрооборудования: короткое замыкание, устойчивое перенапряжение вследствие механических нарушений в работе регулирующих аппаратов, кратковременное перенапряжение, возникающее при коммутации мощных электрифицированных механизмов и аппаратов, например, установка мощных нештатных аудиосистем, длительное коррозионное воздействие на электрические контакты и электронные системы. В качестве примера уничтожения сельскохозяйственной техники пожаром, образовавшимся из-за неисправности электрической системы, можно привести возгорание комбайна «КВК-800» (рисунок 1), находящегося на сельскохозяйственном поле вблизи д. Болотня Рогачевского района.



Рисунок 1. – Общий вид термических повреждений комбайна «КВК-800»

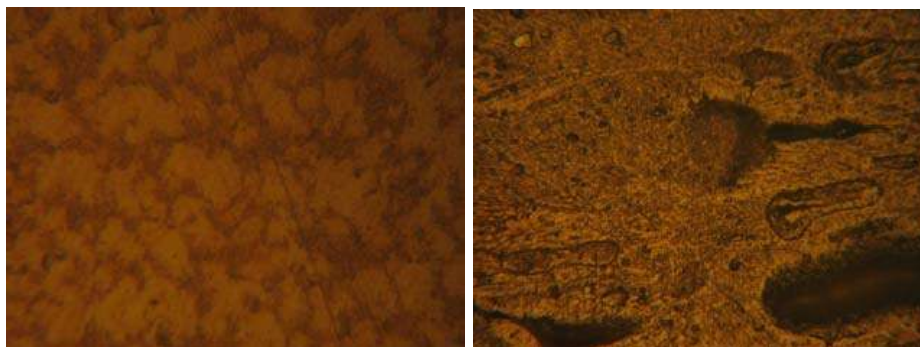
В результате проведенных исследований было установлено, что очаг пожара находился во внутреннем объеме моторного отсека комбайна. Технической причиной возникновения пожара явился аварийный режим работы электрической сети – короткое замыкание на электрических проводниках, что подтверждается микроструктурными исследованиями (рисунок 2) изъятых медных проводников. Так исследование оплавления первого проводника (рисунок 2, а) показало, что массовая доля кислорода в сплаве находится в пределах от 0,05 % до 0,39 %. В микроструктуре по границам зерен наблюдается тонкая прослойка эвтектики, по краям образца состоит из эвтектики $\text{Cu} - \text{Cu}_2\text{O}$ и первичных кристаллов закиси меди, газовые раковины и поры отсутствуют, что является дифференцирующим признаком первичного короткого замыкания [5, 6].

Микроструктурные исследования второго образца показали, что структура меди в зоне оплавления имеет многочисленные газовые раковины и поры, образованные в результате интенсивного взаимодействия меди с газообразными продуктами среды, формирующейся при пожаре (водород, окись углерода, водяной пар и т.д.), что является дифференцирующим признаком вторичного короткого замыкания [7, 8].

Основанием для данных выводов явилось следующее. Для изготовления медных проводников применяется медь марки М1, в которой содержится 0,05-0,06 % кислорода. В исходной проволоке кислород находится в виде сферических частиц закиси меди Cu_2O . При температуре 1100 °С в расплавленной меди может раствориться до 1% кислорода. Поскольку растворимость кислорода в твердой меди составляет всего 0,01 %, то в литой меди, содержащей более 0,01 % кислорода, на границах между кристаллами меди образуется прослойка эвтектики $\text{Cu} - \text{Cu}_2\text{O}$ [9, 10].

Высокая скорость охлаждения расплавленной части медного проводника при первичном коротком замыкании приводит к тому, что образующиеся в расплаве центры

кристаллизации начинают интенсивно расти в направлении максимального отвода тепла, а выделяющаяся в процессе кристаллизации скрытая теплота плавления препятствует росту кристаллов в других направлениях. В результате образуется зона вытянутых кристаллов, получивших название столбчатых дендритов. Дендритная структура является устойчивым дифференцирующим признаком, характеризующим первичное короткое замыкание. Указанный признак сохраняется при последующих высокотемпературных (до 1000 °С) отжигах. При первичном коротком замыкании в атмосфере отсутствуют газы-восстановители и это приводит к тому, что газовые раковины и поры в оплавленном участке не образуются [11].



а) б)
Рисунок 2. – Микроструктура оплавления

В случае вторичного короткого замыкания, или при коротком замыкании в условиях пожара, характеризующегося пониженным содержанием кислорода, высокой температурой и высоким содержанием газообразных продуктов горения, наблюдается иная микроструктура. Наличие в атмосфере короткого замыкания окиси углерода приводит к исчезновению эвтектики $\text{Cu} - \text{Cu}_2\text{O}$ по границам зерен меди, а присутствие в атмосфере небольшого количества водорода, помимо этого, способствует образованию газовых раковин и пор по границам и внутри тела зерен меди. Сами зерна литой меди имеют округлую форму [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Синельников, А.Х. Электронные приборы для автомобилей / А.Х. Синельников. – М.: Электроатомиздат. 1986. – 256 с.
2. Смелков, Г.И. Пожарная опасность электропроводок при аварийных режимах / Г.И. Смелков. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 133 с.
3. Зернов, С.И. Пожарно-техническая экспертиза: назначение и использование результатов / С.И. Зернов, О.Ю. Антонов – М.: ЮИ МВД РФ, 1997. – 298 с.
4. Донцов, В.Г. Дознание и экспертиза пожаров. Справочное пособие / В.Г. Донцов, В.И. Путилин. – Волгоград: ИНКОМ, 2015. – 159 с.
5. Таубкин, С.И. Пожар и взрыв, особенности экспертизы / С.И. Таубкин. – М.: ВНИИПО, 1999. – 600 с.
6. Мишуринов, В.М. Надежность водителя и безопасность движения / В.М. Мишуринов, А.Н. Романов. – М.: Транспорт, 1990 – 167 с.
7. Федотов, А.И. Пожарно-техническая экспертиза / А.И. Федотов, А.П. Ливчиков, Л.Н. Ульянов. – М.: Стройиздат, 1986. – 403 с.
8. Донцов, В.Г. Дознание и экспертиза пожаров. Справочное пособие / В.Г. Донцов, В.И. Путилин. – Волгоград: ИНКОМ, 2015. – 159 с.
9. Хрусталева, В.Н. Участие специалиста-криминалиста в следственных действиях / В.Н. Хрусталева. – СПб.: Питер, 2003. – 208 с.
10. Зернов, С.И. Техничко-криминалистическое обеспечение расследования преступлений, сопряженных с пожарами / С.И. Зернов. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996. – 128 с.
11. Криминалистика / Под ред. В.А. Образцова. – М.: Юрист, 1995. – 422 с.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ КЛАССА «В»

Бабашов И.Б., Фараджуллаев Ш.Ш.

Дадашов И.Ф., доктор технических наук, доцент

Академия МЧС Азербайджанской республики

Аннотация. Проанализированы механизмы предотвращения и тушения пожаров класса «В». Показана роль в этом процессе эффектов изоляции и охлаждения поверхности горючей жидкости. На основании наличия проблем при тушении полярных горючих жидкостей предложено в качестве огнетушащего вещества использовать гранулированное пеностекло: фракцию 10–15 мм как плавучий носитель и хладагент, фракцию 1–2 мм как изолирующий слой.

Ключевые слова: пожар класса «В», горючая жидкость, коэффициент торможения испарения, изоляция, охлаждение.

WAYS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF EXTINGUISHING CLASS "B" FIRES

Babashov I.B., Farajullayev Sh.Sh.

Dadasov I.F., Grand PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Academy of the Emergency Situations Ministry of the Republic of Azerbaijan

Abstract. The mechanisms of prevention and extinguishing of class "B" fires are analyzed. The role of the effects of isolation and cooling of the surface of a combustible liquid in this process is shown. Based on the presence of problems in the extinguishing of polar flammable liquids, it was proposed to use granular foam glass with a fraction of 10–15 mm as a floating cooling carrier and an insulating layer of a fraction of 1–2 mm as a fire extinguishing agent.

Keywords: class "B" fire, flammable liquid, evaporation retardation factor, insulation, cooling.

Технологический цикл производств, стадии транспортировки сырья предполагают необходимость хранения горючих и других опасных жидкостей в больших количествах. Для многих технологий этот объем определяется необходимостью иметь возможность поддержания непрерывного производства в течение периода до трех суток, что может составлять тысячи тонн опасных веществ. Аварийный разлив таких жидкостей происходит в результате разгерметизации резервуаров или трубопроводов, что сопровождается образованием зоны опасной загазованности. Граница зоны загазованности определяется расстоянием от места аварийного разлива до области, где концентрация паров данной жидкости уменьшается до уровня, меньшего, чем критический - нижняя граница взрывоопасности (нижний концентрационный предел распространения пламени, НКПРП, φ_n).

Для тушения пожара класса «В» необходимо обеспечить отсутствие образования взрывоопасных концентраций пара. Средства предотвращения образования зоны загазованности должны тормозить процесс испарения. Торможение испарения можно достичь двумя путями: изоляция поверхности испарения и охлаждение поверхностного слоя. При нахождении горючих жидкостей на открытом пространстве возможность зажигания определяют по достижению температуры вспышки. Этой температуре соответствует определенная критическая массовая скорость испарения, которой достаточно для накопления пара за определенное время во взрывоопасной концентрации с учетом потерь в открытое

пространство, однако не хватает для поддержания устойчивого горения. Устойчивое горения возникает начиная с температуры воспламенения, которая на несколько градусов больше температуры вспышки и обеспечивает достаточную интенсивность испарения для компенсации потерь пара [1]. Таким образом, если охладить поверхность жидкости до температуры меньше, чем температура вспышки, концентрация паров станет меньше НКПП и горение станет невозможным.

Процесс охлаждения поверхности жидкости имеет несколько особенностей. Так, любое вещество, которое контактирует с поверхностью жидкости и имеет меньшую температуру, будет создавать определенный охлаждающий эффект. Однако, чем дольше происходит процесс контакта, тем больше проявляется перемешивание слоев в результате опускания верхнего охлажденного слоя, что нивелирует первичный охлаждающий эффект. Следует учесть, что у особолегковоспламеняющихся жидкостей (ОЛВЖ) температура вспышки меньше «нормальной», а большинство огнетушащих веществ подают с большей температурой, что создает лишь частичное торможение испарения уже за счет охлаждения. Тушение ОЛВЖ без применения изолирующих средств можно достичь только с помощью твердого диоксида углерода (CO_2). Его температура ($-78,4^\circ \text{C}$) меньше, чем температура вспышки любых жидкостей. Но достижения такой температуры и сам процесс выделения диоксида углерода требует значительных энергетических и материальных затрат. Кроме этого, средство охлаждения поверхности жидкостей должно быть плавучим. Этому требованию соответствует твердый CO_2 , получаемый в виде «снега», но он сразу сублимирует и не может полностью реализовать свою охлаждающую способность. Гранулы твердого CO_2 имеют большую плотность, чем жидкости, но мелкие гранулы не тонут, поскольку возникает эффект «кипения» за счет интенсивного перехода CO_2 в газообразное состояние [2]. Факт частичного погружения гранулы повышает эффективность механизма охлаждения, но недостаточно. Для CO_2 , как и для воды, переход в газообразное состояние создает дополнительные эффекты охлаждения и флегматизации в зоне горения. Вода, как и гранулы CO_2 , также имеет большую плотность, чем горючие жидкости. При подаче компактной струи на поверхность горячей жидкости может возникнуть эффект ее вспенивания и выливания из резервуара, поэтому для охлаждения жидкостей вода в чистом виде не может быть использована. Проведенный анализ показывает необходимость искать другие плавучие охлаждающие средства.

Типичными плавучими средствами изоляции аварийного разлива жидкостей являются пены, в том числе твердеющие [3], исследована возможность изоляции слоем вспененного полиакрилатного геля, разработаны изоляционные средства в виде закрытопористого твердого негорючего материала или пеностекла, покрытого слоем геля [4]. Обычные пены быстро разрушаются, особенно при контакте с полярными жидкостями. Пеностекло, в свою очередь, имеет недостаточную изолирующую способность для активного торможения испарения. Если температура изолирующего слоя меньше температуры жидкости, которую изолируют, то возникает охлаждающий эффект. Для случая с применением пеностекла можно обеспечить наличие дополнительного охлаждающего эффекта за счет смачивания водой и наличия эндотермического процесса испарения [4] или предварительного охлаждения пеностекла в рефрижерационных системах (что экономически не выгодно).

Стандартным параметром торможения испарения для пен является их изолирующая способность по наименьшему слою пены, предотвращающему возможность зажигания, или по времени образования НКПП над данным слоем пены [1]. Также, параметром торможения испарения может быть изменение интенсивности испарения при использовании определенных средств. При испарении со свободной поверхности интенсивность испарения различна в зависимости от температуры жидкости и высоты свободного борта, что показывает формула Стефана (интенсивность испарения обратнопропорциональна расстоянию от поверхности жидкости до края борта) [5]. При испарении через изолирующий слой на процесс испарения влияют свойства этого слоя и жидкости: водорастворимость, смачивающая способность, скорость диффузии паров, температура слоя, дисперсность плавучего слоя или пены.

Сводных данных по интенсивности испарения широкой номенклатуры жидкостей существует немного. В качестве интенсивности испарения при температурах близких к температуре кипения можно использовать параметры «интенсивность» или «массовая скорость выгорания». Последний параметр по своему смыслу можно назвать «массовой скоростью испарения при температуре кипения». Существует также различие для теплофизических характеристик жидкости от температуры, что будет влиять на различия указанных показателей. Основное отличие между параметрами массовых скоростей выгорания и испарения заключается в том, что на процесс выгорания влияет интенсивность теплового потока от пламени, что изменяет процесс испарения. Удобно проводить сравнительные эксперименты с использованием параметра коэффициент замедления испарения ($K_{\text{и}}$), как соотношение массовых скоростей выгорания или испарения с наличием изолирующе-охлаждающего слоя и без.

Интенсивность испарения пропорциональна давлению насыщенного пара и его фактической концентрации $\varphi_{\text{нп}}$. Можно считать, что $K_{\text{и}}$ показывает кратность уменьшения интенсивности испарения при наличии изолирующего или охлаждающего эффекта для свободной поверхности жидкости. Для пожаров класса «В» поверхностный слой жидкости имеет температуру кипения, при этом концентрация насыщенного пара достигает $\varphi_{\text{нп}} = 100\%$, а при температуре вспышки – равна НКППП. Поэтому желаемый минимальный теоретический $K_{\text{и}}$ для тушения жидкости можно описать соотношением $100/\varphi_{\text{н}}$. Если для торможения испарения применяется изолирующий средство, то оно будет создавать и охлаждающий эффект со своей долей в $K_{\text{и}}$. Например, для тушения бензина с $\varphi_{\text{н}} = 1\%$ необходимо обеспечить $K_{\text{и}} = 100/1 = 100$; для тушения метанола $\varphi_{\text{н}} = 6,98\%$ – $K_{\text{и}} = 100/6,98 = 14,3$. При стандартных условиях для изоляции бензина, если его $\varphi_{\text{нп}} = 24\%$, то $K_{\text{и}} = 24/1 = 24$, для метанола – $\varphi_{\text{нп}} = 20\%$, тогда $K_{\text{и}} = 20/6,98 = 2,7$. Оценим вклад охлаждающего эффекта в $K_{\text{и}}$. Например, смоченное пеностекло охлаждает поверхность горячей жидкости на $20-70^\circ\text{C}$. Для горящего бензина охлаждение на 20°C уменьшит $\varphi_{\text{нп}}$ до 53% , тогда необходимо обеспечить $K_{\text{и}} = 53/1 = 53$. Для этанола – до 47% , тогда $K_{\text{и}} = 47/6,98 = 6,7$. Необходимо также различать изменение $K_{\text{и}}$ во времени. Так, тушение бензина достигается слоем «пеностекло $12\text{ см} + \text{гель } 0,2\text{ г/см}^2$ », то есть обеспечивается суммарный $K_{\text{и}} > 53$, через час – 37 , за сутки – 28 . Этого достаточно для невозможности повторного возгорания после тушения.

На первый взгляд тушение спиртов должно происходить легче, чем алканов, поскольку одинаковые члены гомологического ряда имеют существенно разные температуры кипения и давления насыщенного пара при данной температуре (гексан – 69°C , гексанол – 157°C). В то же время, алканы и спирты с близкой температурой кипения имеют существенно разные НКППП (гексан – $1,2\%$, метанол – $6,98\%$). То есть условие погасания по НКППП для спиртов проще достичь. Однако на практике оказывается, что тушение полярных жидкостей, в том числе спиртов, представляет собой существенную проблему [6]. Это связано в первую очередь с намного большей их растворимостью в воде и др. Таким образом, есть смысл провести поиск возможности тушения спиртов не водосодержащими средствами.

При исследовании тушения алканов огнетушащими средствами на основе дробленого пеностекла установлена зависимость лучшего торможения испарения для более мелких фракций. Но тот факт, что внешние поры частички пеностекла открыты, приводит к одновременному уменьшению ее плавучести. Поэтому предложено исследовать для тушения алканов двойной слой закрытопористого материала, где первый слой – плавучий, крупные частицы фракции $10-15\text{ мм}$; второй – изолирующий, мелкие частицы фракции $1-2\text{ мм}$ [7]. Считаем, что данный метод изоляции будет иметь больший эффект при тушении полярных жидкостей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарахно О.В., Жернокльов К.В., Трегубов Д.Г. та ін. Теорія розвитку та припинення горіння. – Х.: НУЦЗУ, 2010. – 822 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3231>.

2. Корольов Р.А., Ковалишин В.В., Штайн Б.В. Аналіз способів гасіння пожеж в резервуарах з нафтопродуктами комбінованим способом // ScienceRise. №6(35). 2017. – С. 41–50.
3. Петухов Р.А., Трегубов Д.Г. та ін. Підвищення ефективності локалізації надзвичайних ситуацій пов'язаних з розливом летучих токсичних рідин шляхом використання пін із заданим часом тверднення // Проблеми надзвичайних ситуацій. №29. 2019. – С. 37–46.
4. Дадашов І.Ф. Дослідження властивостей вогнегасної системи на основі піноскла // Проблеми надзвичайних ситуацій. №28. 2018. – С. 39–56.
5. Bubbico R., Mazzarotta B. Predicting Evaporation Rates from Pools // Chemical engineering transactions. S.r.l. 2016. V. 48. – P. 49–54.
6. Киреев А.А., Трегубов Д. Г., Лещева В.А. Исследование тушения спиртов сухим и смоченным пеностеклом // Проблемы пожарной безопасности. №47. 2020. – С. 35–44.
7. Кіреєв О.О., Дадашов І.Ф. та ін. Дослідження ізолюючих властивостей шарів легких пористих матеріалів // Проблемы пожарной безопасности. №48. 2020. – С. 112–118.

УДК 614.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ЖИДКОСТНЫМИ ОГNETУШАЩИМИ СРЕДСТВАМИ

Бабеев В.В.

Лахвич В.В., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Вода была и остается наиболее популярным огнетушащим средством. Она применяется для тушения пожаров, связанных с горением веществ и материалов, находящихся во всех агрегатных состояниях. Но в то же время большое количество используемой в тушении воды может нанести материальный ущерб не меньше, чем ущерб от самого пожара. Для этого и необходимо искать способы и методы повышения эффективности использования жидкостных огнетушащих веществ на пожаре.

Ключевые слова: вода, пожар, поверхностно-активные вещества, температурно-активированная вода.

EFFICIENCY OF EXTINGUISHING FIRES WITH LIQUID EXTINGUISHING AGENTS

Babeev V.V.

Lahvich V.V., PhD of Technical Sciences, Associate Professor

The University of Civil Protection

Abstract. Water was and remains the most popular fire extinguishing agent. It is used to extinguish fires associated with the combustion of substances and materials in all aggregate states. But at the same time, a large amount of water used in extinguishing can cause material damage no less than the damage from the fire itself. To do this, it is necessary to look for ways and methods to improve the efficiency of using liquid extinguishing agents in a fire.

Keywords: water, fire, surfactants, temperature-activated water.

Вода – основное и наиболее распространенное огнетушащее вещество (ОТВ) охлаждения. Ее применяют для тушения твердых горючих материалов (ТГМ) и горючих жидкостей (ГЖ).

Хорошее охлаждающее свойство воды обусловлено ее высокой теплоемкостью – 4184 Дж/(кг*К). При попадании на горящее вещество вода частично испаряется и превращается в пар. При испарении 1 л воды образуется 1700 л пара, благодаря чему кислород вытесняется из зоны пожара водяным паром. Вода, имея высокую теплоту парообразования – 2236 кДж/кг, отнимает от горящих материалов и продуктов горения большое количество теплоты [1].

Невзирая на массу достоинств, водяное пожаротушение не лишено недостатков, таких как:

- интенсивное химическое взаимодействие с некоторыми веществами и материалами (таб.1);
- интенсивная диссоциация паров воды на кислород и водород при температуре 1800–2000 °С;
- электрическая проводимость.

Таблица 1 – Вещества и их смеси, для тушения которых воду и водопенные средства применять нельзя [2]

Вещество (смесь)	Характер взаимодействия с водой
Алюминийорганические соединения	Реакция со взрывом
Литийорганические соединения, щелочные металлы, карбиды щелочных и щелочноземельных металлов, гидриды ряда металлов, магний, цинк, азид свинца	Выделение горючих газов
Гидросульфит натрия	Самовозгорание
Серная кислота, сильные щелочи, хлорид титана	Сильный экзотермический эффект
Битум, жиры, масла	Усиление горения за счет разбрызгивания веществ, вскипание

Так как более 95% всех пожаров ликвидируются с использованием водяных стволов (воды и водных растворов) возникает вопрос, есть ли возможность повысить эффективность использования воды во время пожаротушения.

Не вся вода, попавшая в очаг, испаряется, а образовавшиеся водяные пары нагреваются обычно до температуры ниже, чем температура пламени. Во многом низкий коэффициент использования воды связан с применяемыми техническими средствами и приемами, а также со степенью ее диспергирования. Традиционные (струйные) методы подачи воды не обеспечивают ее полезного использования выше уровня 5–10 % [2].

Как ОТВ, вода плохо смачивает твердые материалы из-за высокого поверхностного натяжения (72,8–103 Дж/м²), что препятствует быстрому распределению ее по поверхности, прониканию в глубь ТГМ и замедляет охлаждение. Для уменьшения поверхностного натяжения и увеличения смачивающей способности в воду добавляют поверхностно-активные вещества (ПАВ). На практике используют растворы ПАВ (смачивателей), поверхностное натяжение которых в 2 раза меньше, чем у воды. Применение растворов смачивателей позволяет уменьшить расход воды на 35–50 % [3].

Наибольший огнетушащий эффект достигается при подаче воды в тонкораспыленном состоянии, так как увеличивается площадь одновременного равномерного охлаждения, вода быстро нагревается и превращается в пар, отнимая большое количество теплоты.

Применение метода основывается на создании облака из мелкодисперсных капель воды, выдуваемого специальным агрегатом высокого давления свыше 200-300 атм. Принцип действия сводится к техническому решению процесса распыления реагента до состояния тумана. Диаметр капли распыленной воды для наиболее эффективного действия должен составлять 100–200 мкм.

Однако использование большого давления, химически подготовленной воды, очищенной от механических примесей и растворимых солей, специально сконструированных распылителей с очень маленькой площадью сечений проточных каналов, допускающих возможность засорения или замерзания, существенно ограничивает возможность использования.

Благодаря многолетним исследованиям, проведенным учеными Академии ГПС, доказано, что возможно и другое, принципиально новое техническое решение по улучшению огнетушащих свойств воды, которое не имеет перечисленных недостатков – температурная активация воды (ТАВ) [4].

Сущность способа получения свойств ТАВ, заключается в том, что пресная вода вследствие ее нагревания в специальном теплообменнике при определенном сочетании температуры (более 165°C) и давления (более 1,6 МПа) изменяет свои свойства [4].

При подаче ТАВ через стволы-распылители, в которых давление воды быстро уменьшается до атмосферного происходит почти мгновенное вскипание воды – взрывное вскипание. В результате одна часть воды переходит в переохлажденный пар, а другая часть дробится на капли диаметром 0,01-10,0 мкм и в результате формируется струя паровоздушно-капельной смеси – струя ТАВ. Так как диаметр большинства капель составляет 0,01-10,0 мкм, то струи ТАВ витают в воздухе и многими наблюдателями ошибочно воспринимаются как пар [4].

Струи ТАВ долго не осаждаются, огибают без осаждения препятствия, не оседают на вертикальных и горизонтальных плоскостях, даже при подаче на горизонтальные поверхности стремятся вверх.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Терещнев Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. – М.: Пожкнига, 2004 г. – 256 с., ил.
2. Теория возникновения и прекращения горения: учебное пособие /Авт.-сост. Врублевский А.В., Байков В.И., Гороховик М.В. – Минск.: КИИ МЧС Республики Беларусь, 2014. – 268 с.
3. В.В. Терещнев Пожарная тактика: Основы тушения пожаров: учеб. Пособие / В.В. Терещнев, А.В. Подгрушный. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с.
4. В.В. Роевко, Е.Д. Додонов / Температурно-активированная вода – новое слово в развитии техники пожаротушения.

УДК 614.847.9

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРЕЗКИ ПРОВОДОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ВО ВРЕМЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

Белодед Д.А.

Жукалов В.И.

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Приведены способы организации резки проводов линий электропередач под напряжением при тушении пожара. Показано преимущество использования специальных устройств для обрезки электропроводов.

Ключевые слова: электропровода, напряжение, трехколенная лестница, резка, тушение пожара, электроизолирующие средства.

APPLICATION OF CUTTING DEVICE FOR POWER LINE WIRES DURING FIRE EXTINGUISHING

Beloded D.A.

Zhukalov V.I.

Abstract. Methods of organizing cutting of wires of power transmission lines under voltage when extinguishing a fire are presented. The advantage of using special devices for cutting electrical wires is shown.

Keywords: electric wires, voltage, three-knee ladder, cutting, fire extinguishing, electrical insulating means.

Тушение пожаров в сельских населенных пунктах затрудняется плотностью застройки, недостаточным количеством технических средств, неудовлетворительным водоснабжением и связью, удаленностью подразделений МЧС от населенных пунктов [1].

Стоит отметить, что количество личного состава пожарных аварийно-спасательных постов, выезжающих на тушение пожара в сельской местности, составляет два человека, которым по прибытию на место пожара необходимо самостоятельно приступить к действиям по спасению людей и тушению пожара, а так же выполнить ряд специальных работ до прибытия дополнительных сил и средств.

При тушении пожаров в жилых домах возникает опасность поражения человека электрическим током. Наиболее вероятным случаем поражения является тот, при котором в процессе тушения пожара струя воды (или другого огнетушащего средства) достигает частей электроустановки, находящихся под напряжением. При этом по телу человека пойдет ток, значение которого зависит от сопротивления огнетушащего средства, сопротивления тела человека, сопротивлением между телом человека и землей, сопротивлением пожарных рукавов и сопротивлением между рукавами и землей.

Для исключения поражения личного состава электрическим током одним из видов специальных работ на пожаре является обрезка проводов линий электропередач, ведущих к жилому дому.

Согласно [2], отключение электрооборудования личным составом подразделений МЧС может осуществляться при фазном напряжении не более 220 В. При отсутствии выключающих устройств (рубильников, предохранителей) электропровода перерезаются электрозащитными (диэлектрическими) ножницами с соблюдением мер безопасности. При этом обрезка электропроводов производится на высоте с выдвинутой и установленной к столбу трехколенной лестницы с использованием электроизолирующих средств. Такой способ обрезки электропроводов и участие одновременно двух спасателей приводят к задержке времени боевого развертывания и, как следствие, к дальнейшему развитию пожара и увеличению материального ущерба.

В настоящее время разработаны и успешно применяются работниками электросетей различные приспособления для обрезки проводов на высоте [3], представляющие собой многозвенную штангу длиной от 3 до 6 метров с рычажным резаком (рис. 1).

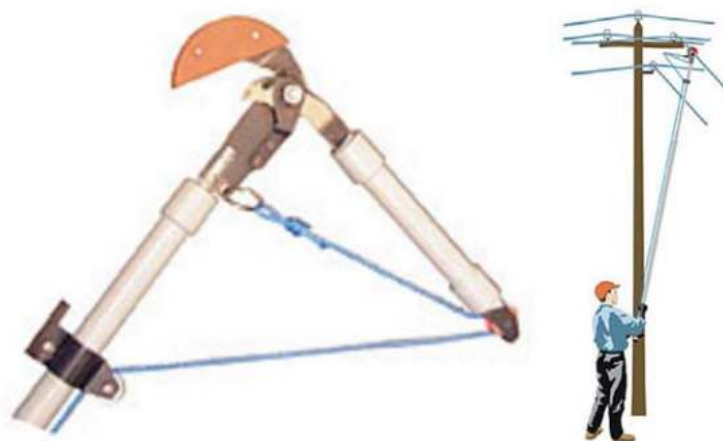


Рисунок 1 - Приспособление для обрезки проводов

Штангу изготавливают из профильного электроизоляционного стеклопластика с высокими диэлектрическими и механическими свойствами. Предусмотрен специальный крюк с изолирующими накладками, позволяющий быстро установить приспособление на электропроводе воздушной линии. Рычажная система при натяжении полипропиленового каната приводит в действие резак. При усилии натяжения полипропиленового каната в 16 кг усилие резания составляет около 200 кг. Для предотвращения запутывания полипропиленового каната и удобства эксплуатации, приспособление снабжено направляющими роликами.

В транспортном положении данное устройство имеет длину около 3 метров и может компактно разместиться на крыше пожарного аварийно-спасательного автомобиля. Использование данного приспособления для обрезки проводов воздушной линии электропередач во время пожара позволит сократить время боевого развертывания подразделений за счет задействования в обесточивании здания одного спасателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Боевого устава органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь по организации тушения пожаров: приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 4 янв. 2021 г., № 1. – Минск, 2021.
2. Об утверждении Правил безопасности в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь: Приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 27 июня 2016 г., № 158 – Минск, 2016.
3. Приспособление для обрезки проводов [Электронный ресурс]: – Режим доступа : <http://www.ekipage.com/catalog/raznoe/4.html> – Дата доступа : 25.01.2021.

УДК 614.84:625.7

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД ПО УЛУЧШЕНИЮ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА.

Ботиров М.Р.

Расулев А.Х., PhD, доцент

Ташкентский государственный технический университет

Аннотация. Развитие техники сопровождается непрерывным повышением уровня потребления электрической энергии и совершенствованием применяемого оборудования. Электрическая энергия значительно облегчает и совершенствует труд человека и в то же время является источником потенциальной опасности, которая может привести к тяжелым последствиям.

Ключевые слова: пожаробезопасность, электронасыщенность, электробезопасность, защитное заземление, зануление, электротехнический персонал.

AN INNOVATIVE APPROACH TO IMPROVE FIRE PROTECTION DURING THE OPERATION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS OF THE PRODUCTION PROCESS.

Botirov M.R.

Rasulev A.Kh., PhD, Associate Professor

Tashkent State Technical University

Abstract. The development of technology is accompanied by a continuous increase in the level of consumption of electrical energy and the improvement of the equipment used. Electrical energy greatly facilitates and improves human labor and at the same time is a source of potential danger, which can lead to serious consequences.

Keywords: fire safety, electrical saturation, electrical safety, protective grounding, grounding, electrical personnel.

Проектирование, монтаж, эксплуатацию электрических сетей, электроустановок и электротехнических изделий, а также контроль за их техническим состоянием необходимо

осуществлять в соответствии с требованиями нормативных документов по электроэнергетики. [1]

Электротехнический персонал должен проходить периодическую проверку знаний ППБ одновременно с проверкой знаний норм и правил работы в электроустановках.

При прохождении через перекрытия такие же огнестойкие уплотнения дополнительно должны выполняться на каждой отметке перекрытия.



Рис.1. Защитные меры по пожарной и электробезопасности.

Места уплотнения кабельных линий, проложенных в металлических коробах, следует обозначать красными полосами на наружных стенах коробов. Металлические оболочки кабелей и металлические поверхности, по которым они прокладываются, должны быть защищены негорючими антикоррозийными покрытиями. При открытой прокладке защищенных проводов (кабелей) с оболочками из сгораемых материалов и незащищенных проводов расстояние в свету от провода (кабеля) до поверхности оснований конструкций, деталей из сгораемых материалов должно составлять не менее 10 мм. При невозможности обеспечить указанное расстояние провод (кабель) следует отделять от поверхности слоем негорючего материала, выступающим с каждой стороны провода (кабеля) не менее чем на 10 мм. Вводно-распределительные устройства (ВУ, ВРУ, ГРЩ) должны устанавливаться в помещениях доступных для обслуживающего персонала и отделены от других помещений перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,75 часа. Прокладка через эти помещения газопроводов и трубопроводов с горючими жидкостями, канализации и внутренних водостоков не допускается. Кабельные каналы и двойные полы в распределительных устройствах и других помещениях должны перекрываться съемными негорючими плитами. В помещениях щитов управления с паркетными полами деревянные щиты снизу должны защищаться асбестом и обиваться жестью или другим огнезащитным материалом. Съемные негорючие плиты и цельные щиты должны иметь приспособления для быстрого подъема их вручную. Нагрев, наведенным током конструкций, находящихся вблизи токоведущих частей, по которым протекает ток и доступных для прикосновения персонала, должен быть не выше 50 град. С. Температура воздуха внутри помещения ТП, ВУ, ВРУ, ГРЩ в летнее время не должна быть более 40 град. С. В случае ее превышения должны быть приняты меры к снижению температуры оборудования.

Оборудование ТП, ВУ, ВРУ, ГРЩ, силовых и осветительных щитков должно периодически очищаться от пыли и грязи. Маслоприемные устройства под трансформаторами должны содержаться в исправном состоянии для исключения при аварии растекания масла и попадания его в кабельные каналы и другие сооружения. В пределах бортовых ограждений маслоприемника гравийная засыпка должна содержаться в чистом состоянии и не реже одного раза в год промываться. При загрязнении гравийной засыпки (пылью, песком и т.п.) или замасливания гравия его промывка должна проводиться, как правило, весной и осенью.

При образовании на гравийной засыпке твердых отложений от нефтепродуктов толщиной более 3 мм, появлении растительности или невозможности его промывки должна осуществляться замена гравия. Через склады и производственные помещения не должны прокладываться транзитные электросети, а также трубопроводы для транспортирования ГГ,

ЛВЖ, ГЖ и горючих пылей. Искрогасители на коммутационных аппаратах должны содержаться в исправном состоянии. Противопожарные устройства и охранная сигнализация, независимо от категории по надежности электроснабжения здания, должны питаться от двух вводов, а при отсутствии двух вводов – двумя линиями от одного ввода. Переключение с одной линии на другую должно осуществляться автоматически. Объемные самосветящиеся знаки пожарной безопасности с автономным питанием и от электросети, используемые на путях эвакуации (в том числе световые указатели «Эвакуационный (запасной) выход должны постоянно находиться в исправном и включенном состоянии. Помещения электрощитовых, распределительных устройств, должны быть укомплектованы первичными средствами пожаротушения. При эксплуатации действующих электроустановок запрещается:

- использовать приемники электрической энергии (электроприемники) в условиях, не соответствующих требованиям инструкций организаций – изготовителей, или приемники, имеющие неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару, а также эксплуатировать электропровода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией;

- пользоваться поврежденными розетками, рубильниками, другими электроустановочными изделиями;

- обертывать электролампы и светильники бумагой, тканью и другими горючими материалами, а также эксплуатировать светильники со снятыми колпаками (рассеивателями), предусмотренными конструкцией светильника;

- устраивать в помещениях и коридорах распределительных устройств кладовые, не относящиеся к распределительному устройству, а также хранить электротехническое оборудование, запасные части, емкости с ГЖ и баллоны с различными газами;

- прокладывать бронированные кабели внутри помещений без снятия горючего джутового покрова;

- применять кабели с горючей полиэтиленовой изоляцией при проведении реконструкции или ремонт;

- пользоваться электроутюгами, электроплитками, электрочайниками и другими электронагревательными приборами, не имеющими устройств тепловой защиты, без подставок из негорючих теплоизоляционных материалов, исключающих опасность возникновения пожара;

- использовать нестандартные (самодельные) электронагревательные приборы, использовать некалиброванные плавкие вставки или другие самодельные аппараты защиты от перегрузок и короткого замыкания;

- размещать (складировать) у электрощитов, дверей электрощитовых, у электродвигателей и пусковой аппаратуры посторонние предметы, тем более горючие (в том числе легковоспламеняющиеся) вещества и материалы;

- эксплуатировать электронагревательные приборы при отсутствии или неисправности терморегуляторов, предусмотренных конструкцией. [2-4].

Основная причина возникновения пожаров, которые прямо или косвенно связаны с эксплуатацией электросетей, – короткое замыкание в проводке или неисправный электроприбор.

Перегрузка, когда в сеть включено много электроприборов, нередко приводит к воспламенению проводки и пожару: Короткое замыкание возникает при механическом повреждении изоляции на проводах и соединении двух оголенных жил. Эти участки выделяют тепло температурой до 2700 градусов, которое дополняется искрами. Горючие материалы, находящиеся поблизости, сразу же воспламеняются.

Для недопущения подобной ситуации на электрощитках устанавливаются автоматические выключатели с предохранителями, рассчитанными на определенную нагрузку сети. [5]

Современное производство немыслимо без широкого применения электроэнергетики. Пожалуй, нет такой профессиональной деятельности, где бы не использовался электрический ток.

Негативные для здоровья человека последствия, выявляющиеся в ходе эксплуатации технологического оборудования, выдвинули в настоящее время обеспечение производственной безопасности на производстве в число острейших технических и социально-экономических проблем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Узбекистан «О пожарной безопасности».СЗ РУз.2009.
2. Положение «О государственном пожарном надзоре» (Приложение №1 к Постановлению КМ РУз от 04.10.2013 г. №272).СЗ РУз 2013.
3. Положение «О порядке осуществления учетной регистрации подразделений ведомственной и добровольной пожарной охраны» (Приложение №4 к Постановлению КМ РУз от 28.03.2013 г. №89).СЗ РУз 2013.
4. ШНК 5-2000. Нормы пожарной безопасности Республики Узбекистан.
5. Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках,Ташкент., «Узбекэнерго»,2018 г.

УДК: 614.846.5

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УСТАНОВКИ ТУШЕНИЯ КОМПРЕССИОННОЙ ПЕНОЙ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРА НА ООО «ФОЛЬКСВАГЕН ГРУП РУС»

Бочкарев А.Н., Костриков Ю.А.

Семенов А.Д., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Материальный ущерб от пожара зависит не только от эффективной деятельности пожарных подразделений, уровня подготовки личного состава, но и от оснащенности техникой пожарно-спасательного гарнизона. В работе проводится анализ технических средств тушения пожара на предприятии ООО «Фольксваген Груп Рус» Калужской области. В работе показано, что наибольшей эффективностью при тушении пожара, на рассматриваемом объекте, обладают установки получения компрессионной пены.
Ключевые слова: компрессионная пена, пожар, воздушно-механическая пена.

JUSTIFICATION FOR THE USE OF A COMPRESSION FOAM EXTINGUISHING SYSTEM FOR FIRE EXTINGUISHING AT «VOLKSWAGEN GROUP RUS»

Kostrikov Yu.A., Bochkarev A.N.

Semenov A.D., PhD in Technical Sciences

Abstract. Material damage from a fire depends not only on the effective operation of fire departments, the level of training of personnel, but also on the equipment of the fire and rescue garrison. The paper analyzes the technical means of fire extinguishing at the company "Volkswagen group Rus" in the Kaluga region. The paper shows that the greatest efficiency in extinguishing a fire, at the object under consideration, is provided by installations for producing compression foam.
Keywords: compression foam, fire, air-mechanical foam.

Статистические данные [2] показывают, что в 2019 г. на территории Российской Федерации зарегистрировано 67 пожаров, относящихся к категории крупных. Ущерб от крупных пожаров составил около 4,5 млрд. руб.

На основании [2] крупным считается пожар при наличии одного или одновременно нескольких признаков:

- причинивший материальный ущерб, превышающий 3420-кратный минимальный размер оплаты труда МРОТ. В 2019 г. МРОТ в соответствии с действующей редакцией статьи 5 Федерального закона от 19.06.2000 г. № 82-ФЗ «О минимальном размере оплаты труда» составлял 11 280 руб.;

- групповая гибель в результате воздействия опасных факторов пожара пяти и более человек, включая сотрудников (работников) пожарной охраны;

- массовое травмирование в результате воздействия опасных факторов пожара 10 и более человек, включая сотрудников (работников) пожарной охраны.

Анализ пожаров с наиболее крупным материальным ущербом зарегистрированных: 11 марта – в г. Комсомольске-на-Амуре и 26 апреля – в г. Красноярске. В первом случае ущерб составил 809,4 млн. руб. В результате возгорания установки замедления коксования в цехе № 2 нефтеперерабатывающего завода ООО «РН-Комсомольский НПЗ». Пожар распространился на площадь более 100 м², для ликвидации пожара привлекалось 20 пожарных расчетов. Во втором случае пожар возник на территории АО «Красноярский машиностроительный завод», на складе производства холодильников «Бирюса»; общая площадь пожара составила 19 620 м², ущерб – 543,8 млн. руб.; на тушение пожара привлекалось 26 пожарных расчетов [2].

В среднем на один пожар с крупным материальным ущербом приходится: ущерб – 10 млн. руб.; уничтоженной и поврежденной пожаром площади – 1820 м²; количество привлекаемых пожарных отделений – 11 ед.

Таким образом, крупные пожары происходят на объектах экономики с массовым пребыванием людей, предприятиях машиностроения, химической и нефтеперерабатывающей промышленности и др. Составление документов предварительного планирования на объект необходимо проводить с учетом развития эффективных способов и технических средств тушения пожаров. Материальный ущерб от пожара зависит не только от эффективной деятельности пожарных подразделений, уровня подготовки личного состава, но и от оснащенности техникой пожарно-спасательного гарнизона.

В работе проводится анализ технических средств тушения пожара на предприятии ООО «Фольксваген Груп Рус» Калужской области. Обеспечение пожарной безопасности на таких крупнейших предприятиях страны [2], как ООО «Фольксваген Груп Рус», очень важно, так как даже небольшой пожар может привести к значительным материальным потерям (в связи с дороговизной производственного оборудования) и огромным человеческим жертвам.

Анализ технических разработок пожаротушения [1] по тушению пожаров на предприятиях машиностроения, химической и нефтеперерабатывающей промышленности показал, что наибольшими возможностями обладают установки получения компрессионной пены.

В настоящее время для получения воздушно-механической пены (ВМП) применяют:

- стволы воздушнопенные (низкая кратность ВМП);
- генераторы пены средней кратности (средняя кратность ВМП);
- устройства с принудительным подпором воздуха (дымососы) (высокая кратность ВМП).

В [3-4] показано, что для получения устойчивой кратности ВМП необходимо подавать 6% раствор пенообразователя. Применение установок получения компрессионной пены, позволит сократить расход пенообразователя на тушение пожара и повысит эффективность.

Основные тактико-технические характеристики установки получения компрессионной пены представлены в таблице 1. Основное преимущество при подаче компрессионной пены является снижение расхода пенообразователя затрачиваемого на тушение пожара.

Таблица 1. Тактико-технические характеристики установки компрессионной пены

Огнетушащее вещество	Компрессионная пена
Объем производимой пены, л	до 60 000
Производительность по пене, л/с	30-50
Рабочее давление, бар	5-7
Дозирование пенообразователя, %	0,1-1,0
Регулировка кратности пены	от 1:5 до 1:20
Дальность подачи пены через ствол ручной, м	30
Высота подачи компрессионной пены по вертикальной напорной линии, м	250

Компрессионная пена - однородная пена, произведенная способом смешивания воды, пенообразователя и воздуха или азота под давлением. На рис. 1 представлена схема установки генерирования пены компрессионным способом. В пеногенерирующем устройстве происходит смешение воздуха воды и пенообразователя, что способствует получению компрессионной пены, которая имеет однородную структуру без остаточной жидкой фазы водного раствора пенообразователя, что снижает ее вес в 5-7 раз по сравнению с обычной воздушно-механической пеной. (рис.2)

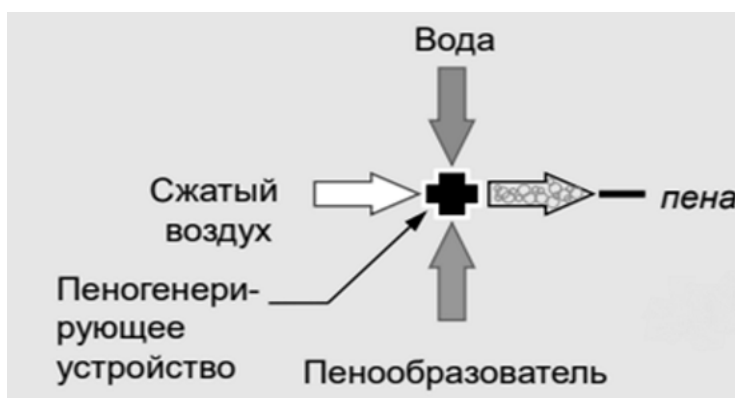


Рисунок 1 Схема установки генерирования пены компрессионным способом

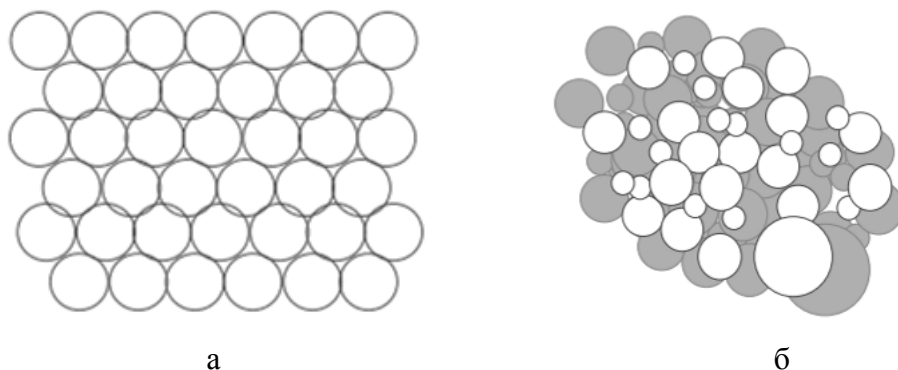


Рисунок 2 а. Компрессионная пена, б. традиционная пена

Эффективность использования установки компрессионной пены при тушении пожара на ООО «Фольксваген Груп Рус» Калужской области проводилась на основании классического расчета сил и средств [3-4], необходимых при тушении пожара водой, ВМП и компрессионной пеной.

Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2. Эффективность использования компрессионной пены при тушении пожара на ООО «Фольксваген Груп Рус» Калужской области

Параметр	Тушение водой	Тушение воздушно-механической пеной	Тушение компрессионной пеной
Площадь пожара, м ²	500	500	500
Требуемый расход огнетушащих веществ, л/с	100	42	14
Количество стволов, шт.	13 (DELTA)	7 (ГПС - 600)	4
Объем огнетушащих веществ, л	62 400 (вода)	35 000 (вода) 2234 (пенообразователь)	8232 (вода) 168 (пенообразователь)
Количество пожарных отделений, шт.	6	4	1

Таким образом, на тушение пожара площадью 500 м² требуется при тушении водой 6 отделений, 18 автоцистерн, более 62 тонн воды. При использовании одной автоцистерны с установкой «Натиск» потребуется 1 отделение, 8 тонн воды и 160 литров пенообразователя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешков М.В., Емельянов Р.А., Колбасин А.А., Федяев В.Д. Обзор применения технологии подачи компрессионной пены при тушении пожаров электрооборудования под напряжением // Технологии техносферной безопасности. 2015. Вып. 4 (62). 6 с. <http://academygps.ru/ttb>.
2. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 г.: государственный доклад. – М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. - 259 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2019>. (Дата обращения: 04.11.2020).
3. Терехнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика: Основы тушения пожара: учеб. пособие. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. - 322 с.
4. Терехнев В.В., Смирнов В.А., Семенов А.О. Пожаротушение: справочник. - Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2009. - 486с.

ВАРИАНТЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ИММЕРСИВНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ МЧС РОССИИ

Вострых А.В.

Терёхин С.Н., доктор технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В статье проанализированы восемь систем иммерсивных интерфейсов, на возможность их внедрения в информационные системы, используемые сотрудниками МЧС России в различных подразделениях. Продемонстрированы их положительные и отрицательные качества. Сделаны выводы по отнесению определенных систем к соответствующим подразделениям по специфике работы и возможным боевым задачам.

Ключевые слова: информационные системы, графический пользовательский интерфейс, иммерсивный интерфейс, генерируемая среда, реальная среда

OPTIONS FOR BUILDING IMMERSIVE INTERFACE SYSTEMS FOR SPECIALIZED INFORMATION SYSTEMS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

Vostrukh A.V.

Terekhin S.N., Grand PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The article analyzes eight systems of immersive interfaces, the possibility of their implementation in the information systems used by employees of the Ministry of Emergency Situations of Russia in various departments. Their positive and negative qualities are demonstrated. Conclusions are drawn on the assignment of certain systems to the appropriate units according to the specifics of the work and possible combat tasks.

Keywords: information systems, GUI, immersive interface, generated environment, real environment

Появление инновационных технологий в том числе разнообразных информационных систем (далее – ИС) в МЧС России требуют применения адекватных инженерно-психологических решений и методов, которые являются катализатором развития новых научных подходов в области проектирования графических пользовательских интерфейсов (далее – ГПИ) [1]. В статье предлагается проанализировать современные варианты построения систем иммерсивных ГПИ эргатических систем, для дальнейшего их внедрения в работу операторов наиболее компьютеризированных групп сотрудников МЧС России.

В настоящее время исследователями выделяются восемь систем [2], рассмотрим их преимущества и недостатки при внедрении в информационные системы МЧС России.

1. Системы иммерсивного интерфейса с «тождественным отображением» [2]. В системе создается виртуальная среда идентичная эволюции и содержанию реальной среды, которая дублирует поведение реального управляемого объекта. Из положительных качеств данных систем применительно к работе подразделений МЧС России является исключение действия на оператора экстремальных физических факторов (загазованность, воздействие ударной волны, различных перегрузок). Недостатками данного класса систем являются инженерно-психологические проблемы, возникающие при проектировании элементов интерактивной среды и компонентов виртуального ГПИ [2]. Существенные ограничения на дизайн органов

управления и индикации проектирования устанавливают законы физического мира, так как требуют от создаваемой конструкции соблюдения свойств предметов. Положительными аспектами данных систем являются возможности упразднения или совершенствования некоторых свойств анализируемых объектов, например, свободно перемещать их в пространстве (свойство «гипервидения»), изменять прозрачность для более удобного доступа к вложенным свойствам и т.д. Настоящий подход может успешно внедряться в ГПИ многочисленных геоинформационных системы, используемых в МЧС России, которые часто перегружены данными.

2. Системы иммерсивного интерфейса [3]. Данные системы используются для «слежения в неоптических диапазонах». В качестве источника информации об объекте наблюдения в данных системах используются данные о положении маркеров телеметрии, расположенных на управляемом объекте. Основным недостатком данных систем является проблема выделения и генерации параметров фона и объекта в виртуальной сцене. Применение данного подхода в ИС, используемых в МЧС России не целесообразно, по причинам их изначальной ориентированности на иные предметные области.

3. Системы «фильтрующие отображение» [2]. Для более успешного выполнения задач оператором данные системы оснащены такими функциями, как повторение только важных элементов «реальной среды в генерируемой среде». Положительными аспектами данных систем является возможность освободить оператора от необходимости восприятия избыточной информации, что достаточно актуально для специализированных ИС, перегруженных информацией. Также данные системы могут применяться в условиях сильных визуальных и шумовых помех, например, при работе операторов системы-112, где в ограниченном пространстве работает группа сотрудников под воздействием практически постоянных аудиальных нагрузок [4].

4. Системы «реконструирующие отображение». В генерируемой среде таких систем создается объект, обладающий отличной от реального объекта управления перцептивной формой. Эти формы синхронизированы между собой по основным рабочим признакам реального объекта. Например, реальный физический объект сложной формы замещается в виртуальной среде на аналог, обладающий простыми визуальными свойствами, что помогает обеспечить оптимальные условия наблюдения и работы с ним. Основной проблемой рассматриваемых систем является выделение признаков и вида реконструкции, достаточных и способствующих выполнению задачи. Применение данных систем также может найти отражения в существующих геоинформационных системах, при анализе различных территорий, например, при проведении поисково-спасательных работ [5]

5. Системы с «профессионально-ориентированным отображением» [6]. Генерируемая среда таких систем наполняется дополнительным по отношению к реальной среде содержанием, таким как: справочные материалы, подсказки, включение в наблюдаемые признаки объектов дополнительных модальностей (изменение цвета, формы, размеров объекта, его динамических свойств). Данные системы могут с успехом внедряться в специализированные программные продукты по оценке рисков на потенциально опасных объектах [7]. Основные проблемы, связанные с созданием данного вида ГПИ, лежат в области формирования профессионально-ориентированного содержания виртуальной среды и заключаются в разработке сценариев поведения объектов среды.

6. Системы «интерактивного наблюдения» [8]. Данный класс систем погружает оператора в специально организованную аудиовизуальную виртуальную среду, интегрирующую в своем пространстве наблюдаемые объекты и средства работы с ними [2]. Примером такой среды является система наблюдения за воздушным пространством, в которой оператор имеет средства для придания наблюдаемым объектам дополнительных свойств, например, придание классификационных признаков (степень опасности, зона наблюдения). Данный класс систем может с успехом применяться при координации сил и средств МЧС России, доставляемых к месту происшествия или при проведении поисково-спасательных работ, например, потерявших в лесу людей. Основной проблемой систем

является определение формы и содержания интерактивной компоненты среды и сценариев деятельности, возникающих при создании систем. Данная проблема отчасти решается методами объектов, инкапсулирующих 3D-геометрию [2].

7. Системы «с масштабированием и реконструкцией связываемых миров» [2]. Данный класс виртуальных ГПИ являются аналогами интерактивных микроскопа и телескопа при дистанционной работе в микро- и макромасштабах, позволяя связать перцептивную систему оператора с различными пространствами, в которых осуществляется его деятельность. Данный класс систем может найти применение в геоинформационных системах в масштабе всей страны, например, для прогнозирования паводковых периодов [5].

8. Системы «с интеллектуальным конструированием мира» [2]. В данном виде систем индуцированная среда представляется искусственным образованием в виде трехмерной реальности, связанным системами трансфера с реальным миром. Оператор посредством ГПИ осуществляет работу с системой в рамках текущей задачи. Практических реализаций систем данного класса в настоящее время не существует, но они могли бы найти свое непосредственное применение для оперативной связи и работы сотрудников МЧС России в период ликвидации происшествий, когда начинает работать оперативный штаб ликвидации чрезвычайных ситуаций [7].

Таким образом рассмотрев восемь классов систем, можно сделать вывод, что подходы систем иммерсивного интерфейса с «тождественным отображением»; «реконструирующее отображение»; «интерактивного наблюдения»; «с масштабированием и реконструкцией связываемых миров» могут успешно применяться для совершенствования геоинформационных систем, используемых в МЧС России. Системы «с интеллектуальным конструированием мира» могут применяться в ИС объединения множества групп сотрудников МЧС России при функционировании оперативного штаба ликвидации чрезвычайных ситуаций. Системы с «профессионально-ориентированным отображением» могут внедряться в специализированные программные продукты по оценке рисков на потенциально опасных объектах. Системы «фильтрующие отображение» найдут применение в информационных системах, разработанных для выполнения функциональных обязанностей операторов системы-112.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахунова Д.Г., Вострых А.В. Преимущества перехода на целеориентированное проектирование интерфейсов для мобильных пользователей // РОСИНФОКОМ-2019» С. 5-9
2. Сергеев С.Ф. Введение в инженерную психологию и эргономику иммерсивных сред: Учебное пособие. – СПб: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2011. – 258 с.
3. Захаревич А.П. Инженерно-психологические проблемы и перспективы развития систем виртуального дистанционного управления / А.П. Захаревич, В.П. Киселевич, С.Ф. Сергеев // Мир Авионики. – 2005. № 4. С. 30-32.
4. Вострых А.В. Актуальность разработки моделей специалистов противопожарной службы // Технологии ликвидации чрезвычайных ситуаций» 2020 С. 8-10
5. Ашкен Э.М., Вострых А.В., Николаев Д. В. Координация спецтранспорта МЧС России посредством визуализированной информационной технологии // «Транспорт России: проблемы и перспективы» С. 188-191
6. Ломов Б.Ф. Человек и техника / Советское радио, 1966. С. 107-167.
7. Терёхин С.Н., Вострых А.В. Создание технологии визуализации пожарных рисков объектов нефтегазовой отрасли // «Актуальные проблемы и тенденции развития техносферной безопасности в нефтегазовой отрасли» С. 92-95
8. Волков В.В., Луизов А.В., Овчинников Б.В. Эргономика зрительной деятельности человека / Машиностроение, 1989. С. 5-53.

ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЙ ЗВЕНЬЕВ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНОЙ СЛУЖБЫ ПРИ МАССОВОМ СПАСЕНИИ ЛЮДЕЙ

Габдуллин В.Б., адъюнкт факультета подготовки научно-педагогических кадров

Академия ГПС МЧС России

Аннотация. Проведен анализ времени работы звеньев газодымозащитной службы при массовом спасении людей с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. Выявлены основные параметры и особенности функционирования звеньев газодымозащитной службы при проведении массовых спасательных работ.

Ключевые слова: звено газодымозащитной службы, дыхательный аппарат, время, расстояние.

FEATURES OF THE ACTIONS OF THE GROUP OF THE GAS PROTECTION SERVICE DURING THE MASS RESCUE OF PEOPLE

Gabdullin V.B., student of post-graduation course

Ishchenko A.D., PhD in Engineering, professor

Abstract. The analysis of the working time of the units of the gas and smoke protection service during the mass rescue of people using personal protective equipment of the respiratory and visual organs is carried out. The main parameters and features of the functioning of the units of the gas and smoke protection service during mass rescue operations are revealed.

Keywords: link of the gas and smoke protection service, breathing apparatus, time, distance.

Основная задача звеньев газодымозащитной службы (ГДЗС) на пожаре – оказание помощи людям, которым угрожает опасность и проникновение в зону горения для его локализации и последующей ликвидации. Особую опасность для жизни людей и звеньев ГДЗС на пожарах представляет воздействие на их организм дымовых газов, содержащих токсичные продукты горения и разложения различных веществ и материалов [1]. Так же для звеньев ГДЗС не менее важной проблемой для нахождения очага пожара и пострадавшего является дым, который создает условия плохой видимости [3]. В этой связи для проведения работ звено ГДЗС оснащается дыхательными аппаратами (ДА) в комплекте с различными самоспасателями.

На территории Российской Федерации (РФ) очень часто происходят пожары во всех сферах жизнедеятельности людей. В среднем на территории России происходит в год до 150 тыс. пожаров. При этом отмечаются пожары в местах с массовым пребыванием людей.

Для того чтобы выявить все основные параметры и особенности функционирования звеньев ГДЗС при проведении массовых спасательных работ было проведено моделирование тактических возможностей звеньев газодымозащитной службы при пожарах на объектах с массовым пребыванием людей.

При проведении моделирования принимается в расчет, что для спасения человека, которому существует угроза жизни и здоровью, и при этом его самостоятельная эвакуация невозможна (далее – пострадавший), необходимо одно звено ГДЗС.

В исследовании, расчетным способом был смоделирован процесс спасения пострадавших из условного объекта в условиях задымления, в результате которого были получены данные, определяющие параметры и особенности работы звеньев ГДЗС в заданных условиях.

Маршруты были разделены на несколько участков 1,2,3,4,5 (рис.1), при прохождении каждого осуществлялся контроль времени работы звена ГДЗС. По результатам полученных значений времени транспортировки пострадавшего в безопасную зону одним звеном ГДЗС, состоящим из двух человек, был произведен расчет.

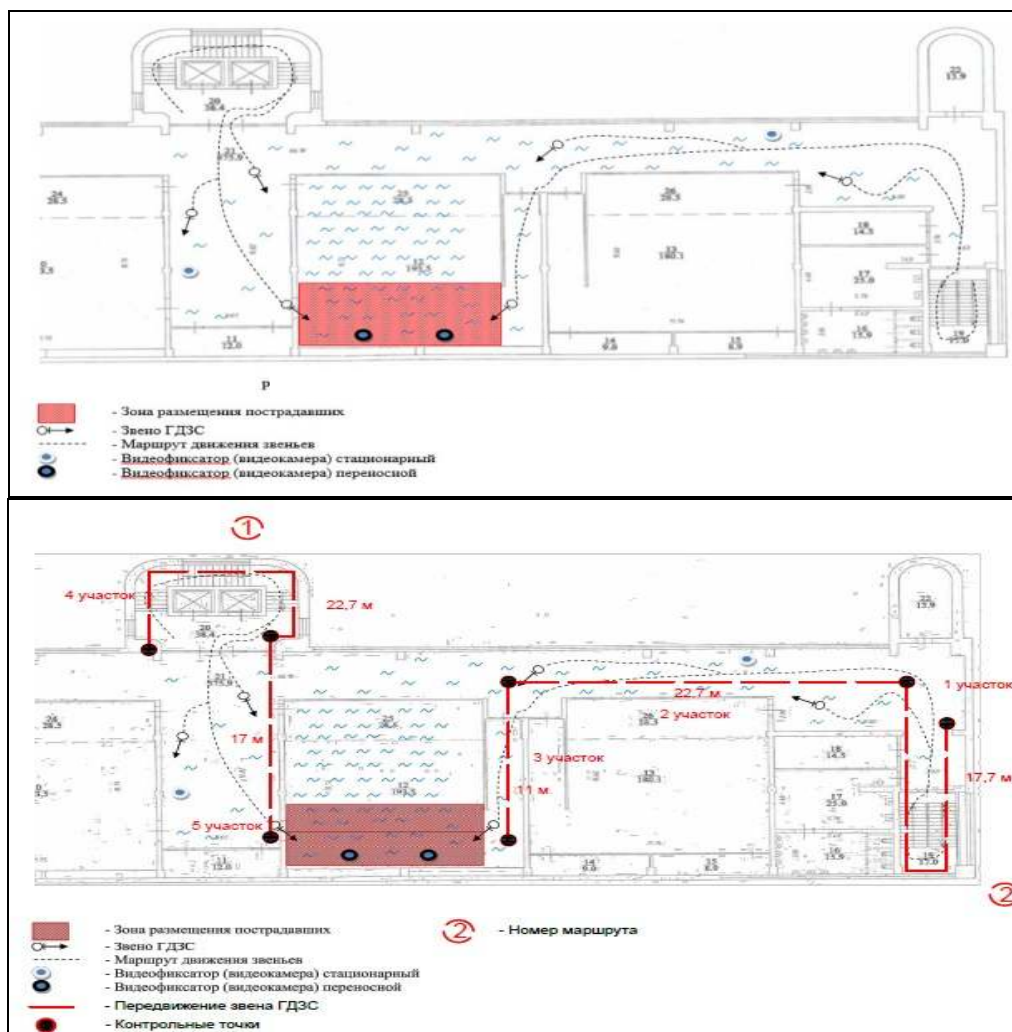


Рис.1. Схемы моделирования

При моделировании спасения пострадавших скорость звена без пострадавшего принималась 5,4 м/мин [4], скорость звена при спасении пострадавшего составляла 2,7 м/мин, видимость – нулевая. Расстояние от точки включения звеньев ГДЗС до расположения пострадавших: по первому маршруту 40 м; по второму маршруту 63 м. Давление в баллонах ДАСВ принималось 260 атм.

Время использования одного баллона с давлением 260 атм:

$$T_{\text{общ}} = \frac{(P_{\text{нач. балл}} - P_{\text{крит. балл}}) V_{\text{б}}}{40 \text{ л/сек}} = \frac{(260 - 10) \cdot 6,8}{44} = 38 \text{ мин} \quad (1)$$

Время, затраченное звеном ГДЗС на преодоление пути до пострадавших:

$$1 \text{ маршрут: } T_{\text{до постр}} = \frac{L}{V} = \frac{40}{5,4} = 7,4 \text{ мин} \quad (2)$$

$$2 \text{ маршрут: } T_{\text{до постр}} = \frac{63}{5,4} = 11,6 \text{ мин} \quad (3)$$

Время на поиск и подготовку пострадавших для спасения принималось $T_{\text{сп}} = 1$ мин.

При спасении пострадавших скорость звена ГДЗС принималась уменьшенной в два раза. Время, затраченное звеном ГДЗС на спасение пострадавших:

$$1 \text{ маршрут: } T_{\text{выск}} = \frac{L}{V} = \frac{40}{2,7} = 14,8 \text{ мин} \quad (4)$$

$$2 \text{ маршрут: } T_{\text{выск}} = \frac{63}{2,7} = 23,3 \text{ мин} \quad (5)$$

Общее время работы звена ГДЗС:

$$T_{\text{раб}} = T_{\text{до постр}} + T_{\text{сп}} + T_{\text{выск}} \quad (6)$$

$$1 \text{ маршрут: } T_{\text{раб}} = 7,4 + 1,0 + 14,8 = 23 \text{ мин } 12 \text{ с} \quad (7)$$

$$2 \text{ маршрут: } T_{\text{раб}} = 11,6 + 1,0 + 23,3 = 35 \text{ мин } 54 \text{ с} \quad (8)$$

Расчетное время спасения людей из задымленного помещения, мин			
1 маршрут		2 маршрут	
1-й человек	23,12	1-й человек	35,54
2-й человек	24,42	2-й человек	36,24
3-й человек	25,12	3-й человек	36,54
4-й человек	25,42	4-й человек	37,24
5-й человек	26,12	5-й человек	37,54
6-й человек	27,42	6-й человек	38,24
7-й человек	28,12	7-й человек	38,54
8-й человек	28,42	8-й человек	39,24
9-й человек	29,12	9-й человек	39,54
10-й человек	29,42	10-й человек	40,24
11-й человек	30,12	11-й человек	40,54
12-й человек	30,42	12-й человек	41,24
13-й человек	31,12	13-й человек	41,54
14-й человек	31,42	14-й человек	42,24
15-й человек	32,12	15-й человек	42,54
16-й человек	32,42	16-й человек	43,24
17-й человек	33,12	17-й человек	43,54
18-й человек	33,42	18-й человек	44,24
19-й человек	34,12	19-й человек	44,54
20-й человек	34,42	20-й человек	45,24

В проведении эксперимента была заложена гипотетическая ситуация, подразумевающая предварительное сосредоточение сил на месте пожара, что не может быть достигнуто в реальных условиях непредсказуемости места и времени возникновения пожара.

В результате расчета получены данные, позволяющие осуществить примерный прогноз времени спасения пострадавших при условии, что звенья возвращались по мере захода в непригодную для дыхания среду, не учитывая особенности работы, такие как столкновение звеньев, их скопление и др.

В ходе моделирования не учитывалось повышение в помещении концентрации дыма из-за открытия дверей до уровня, имевшегося в коридоре, и соответствующее этому сокращение времени жизни пострадавших за счет увеличения степени токсического воздействия на них ОФП. Поэтому число людей, которых можно было бы извлечь из условного помещения до момента наступления их гибели было бы еще меньше. Количественная оценка указанного повышения токсического воздействия на людей, находящихся в помещении, из-за открытия дверей может быть получена с использованием специального программного обеспечения по моделированию пожаров.

В рамках проведенного моделирования, транспортировка пострадавших в безопасную зону звеньями ГДЗС осуществлялась без использования спасательных устройств, большинство которых, имеющихся на вооружении в подразделениях ФПС ГПС, имеют постоянную подачу воздуха. Повышенный расход воздуха звеньев ГДЗС еще более ограничивает время на спасение пострадавшего в безопасную зону, и как следствие может стать угрозой жизни и здоровью не только пострадавшего, но и звена ГДЗС, являющегося тактической единицей и не способного выполнить дальнейшие работы по предназначению.

Моделирование показало, что наступление одного из опасных факторов пожара такого как потеря видимости, приводит к большой потере скорости звена ГДЗС и тем самым затрудняет спасение людей из зоны задымления. На сегодняшний день в РФ насчитывается несколько тысяч торгово-развлекательных центров, и проблема массового спасения людей из зоны задымления актуальна и требует новых решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чистяков И.М., Кичайкин В.В., Краснов И.А., Погожин Д.П. Влияние снижения видимости на пожаре на работу звеньев ГДЗС // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. № 1 (7). Т. 1. С. 346-347.
2. Коршунов И.В., Смагин А.В., Панков Ю.И., Андреев Д.В. О поисково-спасательных работах звена газодымозащитной службы // Технологии техносферной безопасности. 2016. Вып. 4 (68). С. 82-88. <http://academygps.ru/ttb>.
3. Соковнин А.И., Ищенко А.Д., Федяев В.Д. Условия видимости для пожарных в задымленной зоне при тушении пожаров на объектах энергетики // Технологии техносферной безопасности. 2016. Вып. 3 (67). С. 69-73. <http://academygps.ru/ttb>.
4. В.Б. Габдуллин, А.Д. Ищенко «Влияние периодов работы звеньев газодымозащитной службы на непрерывность тушения пожара», Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<https://academygps.ru/ttb>). Выпуск 1 (87) 2020 г., с. 25-37

УДК 614.8: 355.58

ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ВЫБРОСОМ АВАРИЙНО-ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

Добрунов А.Е.

Левчук Н.В. кандидат технических наук, доцент,
Барковская М.М., кандидат физико-математических наук

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»

Аннотация. В статье рассматриваются возможные технологии локализации и обезвреживания отравляющих веществ, рассеивающихся в атмосферном воздухе в результате чрезвычайных ситуаций, связанных с авариями на промышленных объектах.

Ключевые слова: аварийно-химически опасные вещества, отравляющие химические вещества, рассеивание, локализация, технология.

TECHNOLOGIES FOR ELIMINATING THE CONSEQUENCES OF EMERGENCIES WITH THE RELEASE OF HAZARDOUS CHEMICALS

Dobrunov A.E.

Levchuk N. V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
Barkovskaya M. M., PhD in Physical and Mathematical Sciences

В чрезвычайных ситуациях, связанных с выбросами отравляющих веществ в атмосферный воздух, основными поражающими факторами являются: ингаляционное воздействие на людей и животных высоких (смертельных) концентраций паров ОХВ и опасные последствия заражения людей и животных при длительном нахождении их на зараженной местности в результате воздействия ОХВ на организм.

Для снижения поражающего действия смертельных концентраций ОХВ и ликвидации последствий ЧС такого характера существуют специальные технологии локализации и ликвидации ЧС с наличием ОХВ [1].

Локализация и обеззараживание источников химического заражения имеет целью подавить или снизить до минимально возможного уровня воздействие поражающих факторов, представляющих угрозу жизни и здоровью людей, окружающей среде, а также

затрудняющих ведение спасательных и других неотложных работ в зоне химического заражения за пределами ХОО.

К локализации и обеззараживанию источников химического заражения относятся следующие технологии [2]:

1. технология локализации и обеззараживания парогазовой фазы (облака) ОХВ методом постановки жидкостных завес;
2. технология локализации и обеззараживания парогазовой фазы (облака) ОХВ методом созданием восходящих тепловых потоков;
3. технология локализации пролива ОХВ обвалованием;
4. технология локализации пролива сбором жидкой фазы ОХВ в приемки (ямы-ловушки);
5. технология локализации пролива методом откачки (сбора) разлившегося ОХВ в резервные емкости;
6. технология локализации пролива ОХВ засыпкой твердыми сыпучими сорбентами;
7. технология локализации пролива ОХВ покрытием слоем пены, полимерными пленками, плавающими экранами;
8. технология локализации пролива ОХВ разбавлением его водой или нейтральными растворителями;
9. организация обеззараживания проливов ОХВ;
10. технология обеззараживания проливов ОХВ засыпкой твердыми сыпучими сорбентами с последующей нейтрализацией или выжиганием;
11. технология локализации и обеззараживания пролива ОХВ загущением жидкой фазы.

Локализация облака постановкой жидкостной завесы применяется при авариях с выбросом водорастворимых ОХВ (аммиак и др.). Обеззараживание облака с помощью завес из нейтрализующих растворов производится с учетом вида ОХВ.

Локализация и обеззараживание облаков взрывобезопасных ОХВ газовоздушным тепловым потоком может осуществляться (при наличии времени и возможностей) путем создания на пути движения облака заградительного пожара с интенсивностью и продолжительностью действия, достаточного для локализации и обеззараживания облака данной концентрации и продолжительности образования.

Для создания интенсивного теплового потока применяются нефтепродукты и местные материалы (дрова, отходы производства и т.п.). Постановку заградительного пожара осуществляют работники МЧС. Работы выполняются с соблюдением требований пожарной безопасности и во взаимодействии с подразделениями службы пожаротушения.

Источники теплового потока (костры, ямы или траншеи с нефтепродуктами) размещаются на пути движения облака на расстоянии 20-25 м один от другого. Для обеспечения непрерывности действия теплового потока могут создаваться несколько рубежей горения, функционирующих одновременно или последовательно.

Локализация пролива ОХВ обвалованием применяется при ЧС с химической обстановкой второго, третьего и четвертого типов в случаях аварийного выброса (пролива) ОХВ на подстилающую поверхность или в поддон и его растекании по территории объекта или прилегающей местности. Цель обвалования – предотвратить растекание ОХВ, уменьшить площадь испарения, сократить параметры вторичного облака ОХВ.

Основные усилия при локализации пролива сосредоточиваются на направлении наиболее интенсивного растекания ОХВ, а также на направлении возможного попадания его в водоем.

Сбор жидкой фазы ОХВ в приемки (ямы-ловушки) производится при ЧС с химической обстановкой второго, третьего и четвертого типов с целью прекращения растекания пролива, уменьшения площади заражения и интенсивности испарения ОХВ.

Целью откачки (сбора) пролива ОХВ является предотвращение растекания ОХВ, уменьшение площади испарения, сокращение параметров вторичного облака ОХВ.

Локализация пролива ОХВ откачкой (сбором) применяется в случае:

- аварии с особо агрессивными ОХВ если нейтрализация на месте связана с большим риском из-за побочных продуктов реакции ОХВ с нейтрализатором;
- отсутствия возможности проведения работ по нейтрализации на месте аварии;
- необходимости предотвращения дальнейшего пролива ОХВ из поврежденной емкости.

Засыпка пролива ОХВ твердыми сыпучими сорбентами производится при ЧС с химической обстановкой второго, третьего и четвертого типов с целью уменьшения интенсивности испарения ОХВ. Для засыпки используются песок, пористый грунт, шлак, керамзит.

Покрытие пролива пеной, пленками и плавающими экранами применяется в основном при ЧС с химической обстановкой второго и третьего типов с выбросом (проливом) пожароопасных или агрессивных ОХВ в поддон или в обвалование с целью снижения интенсивности испарения ОХВ. Способ применяется при скорости ветра не более 5 м/с.

Разбавление пролива водой производится при ЧС с химической обстановкой второго, третьего и четвертого типов с выбросом водорастворимых ОХВ (жидкий аммиак, окись этилена, хлористый водород и др.). Пролиты остальных ОХВ локализуются соответствующими нейтральными растворителями.

Способ применяется при проливе ОХВ в поддон или в обвалование с емкостью, исключающей свободный разлив разбавленного ОХВ в результате увеличения объема. При недостаточной вместимости поддона (обвалования) проводится дополнительное обвалование.

Обеззараживание (нейтрализация) проливов ОХВ нейтрализующими растворами и водой применяется при ЧС с химической обстановкой второго и третьего типов с проливом низкокипящих ОХВ.

Обеззараживание проливов ОХВ засыпкой твердыми сыпучими сорбентами с последующей нейтрализацией или выжиганием производится при ЧС с химической обстановкой второго, третьего и четвертого типов.

В качестве сорбентов используются песок, пористый грунт, шлаки, керамзит, цеолит.

Локализация и обеззараживание пролива ОХВ загущением жидкой фазы применяется при ЧС с химической обстановкой второго и третьего типов в случаях проливов ОХВ, имеющих температуру кипения ниже или близкую к температуре окружающего воздуха, в целях предотвращения вскипания ОХВ и снижения интенсивности газовыделения (испарения).

В целях локализации парогазовой фазы ОХВ при ЧС с химической обстановкой второго и третьего типов одновременно с отрывом приямка, обвалованием пролива, с покрытием пролива, с засыпкой пролива сорбентом, с разбавлением пролива, с обеззараживанием пролива осуществляется постановка жидкостной завесы.

При рассмотрении технологии локализации аварий с выбросами АХОВ выявляется возможность применения некоторых из них, а частности, технологии локализации методом постановки жидкостных завес, для тушения пожаров природного и техногенного происхождения [3]. Так, создание мобильных, напорных систем подачи жидких растворов в форме полусфер, на различных высотах от поверхности земли, позволило бы уменьшить число сотрудников МЧС, работающих на пожаре, а также регулировать масштабы распространения пламени по горизонтали и в высоту, частично снижать доступ кислорода к продуктам горения и уменьшать показатель теплового импульса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Защита и действия населения в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие для высшей школы / под рук. Е.И. Насса; под. ред. А.С. Клецова. – М. : МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014. – 384 с.
2. Методические рекомендации по организации и технологиям ликвидации чрезвычайных ситуаций с наличием опасных химических и радиоактивных веществ. – Режим доступа : <https://rosn.mchs.gov.by/upload/iblock/>. – Дата доступа : 20.02.2021.

3. Еремин, А.П. Гражданская защита : учебник / А.П. Еремин, А.Д. Булва. – Мн. : КИИ МЧС РБ, 2013. – 391 с.

УДК 629.123

ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Дойлидова А.В.

Колеров Д.А.
Балобанов А.А.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В статье рассмотрены природно-климатические особенности арктической зоны, а также их влияние на морской водный транспорт.

Ключевые слова: неблагоприятные погодные условия, водный транспорт, Арктика.

EFFECTS OF MARGINAL WEATHER BY WATER TRANSPORT IN THE ARCTIC CONDITIONS

Doylidova A.V.

Kolero D.A.
Balobanov A.A.

Abstract. The article examines the natural and climatic conditions of the Arctic zone, as well as their impact on sea water transport.

Keywords: marginal weather, water transport, the Arctic.

В Арктическом бассейне важную роль играет северный морской путь (далее – СМП), который является развивающимся районом транспортных морских перевозок. Примерно треть грузов Российской Федерации проходит через порты Арктического бассейна. Транспортировка большинства экспортно-импортных, каботажных грузов и иной продукции, в Арктической зоне на территории России, оказывается под влиянием вечной мерзлоты. Необходимость круглогодичного, эффективного и безопасного судоходства в этом регионе служит мощным стимулом к развитию технологий, направленных на обеспечение высокого уровня надежности транспортных решений в этом регионе.

Основным фактором, замедляющим интенсивность использования СМП является осложненная ледовая обстановка. Длительный период отрицательных температур, обусловленный продолжительной и морозной зимой, а также непродолжительным холодным летом, затрудняет проходимость судов на значительных промежутках трассы СМП. Значительная часть акватории арктических морей покрыта ледовыми образованиями, различных возрастов и размеров.

Арктический климат считается достаточно суровым и холодным, но в связи с образованием антициклонов, температура может резко подняться до плюсового значения. Воздух в Арктической зоне значительно холоднее температуры воды. На протяжении полярной ночи из-за отсутствия тепла и света, температура постоянно понижается. Области смежные с акваториями Атлантического и Тихого океанов теплее и имеют большое количество осадков, а климат внутренних районов сухой и холодный. Для зимнего периода

характерны высокие показатели температур, сильные ветра, максимальное количество осадков и облачность. Для сибирской части Арктической зоны присущи антициклоны.

Акватория Северного Ледовитого океана в летний период частично освобождается от ледяного покрова, что делает акваторию открытой для судоходства, разведки и разработки минеральных ресурсов, рыбного промысла, открывает новые возможности для развития транспорта. Температура летом колеблется в пределах 0-5°C, присутствует повышенная влажность, зачастую туманы, умеренный ветер, интенсивные осадки вроде дождя и мокрого снега. Затруднительная ледовая обстановка препятствует условиям плавания в районах скопления тяжелых льдов. На таких участках проход судов возможен только при условии ледокольной проводки[2].

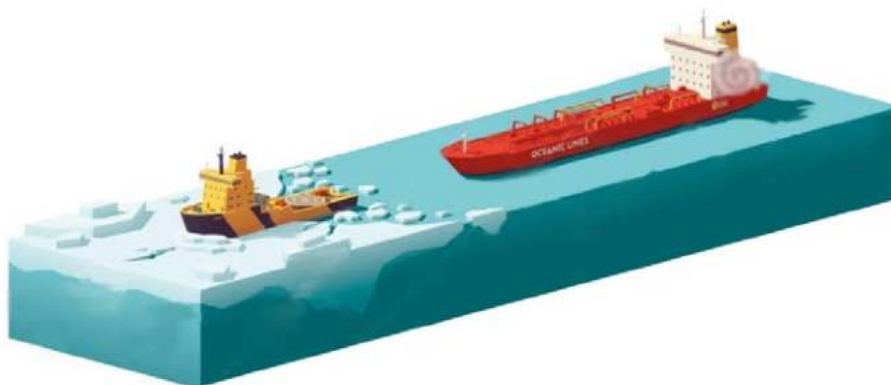


Рис.1 пример ледокольной проводки

Исследование Арктики при условии обеспечения ледокольной проводки и создания обеспечивающей инфраструктуры, поможет создать возможность круглогодичной транспортировки грузов. Это позволит сжать сроки прохождения судов в среднем на 20 суток, что существенно сократит суточные затраты топлива и денежных средств на доставку грузов[5].

В настоящее время круглогодичная навигация осуществляется на западном участке СМП. Вследствие исследования арктических месторождений, многие российские компании развернули масштабное строительство арктического транспортного флота. Прохождение арктического бассейна на обычном судне является не простой задачей. Движение судов по СМП стало возможным после строительства ледокольного флота и специализированных судов с усиленным корпусом[3].

В состав арктического транспортного флота входят танкеры, использующиеся для круглогодичного вывоза нефти и транспортировки газового конденсата, ледокольные суда снабжения и обеспечения добывающих платформ, а также атомные ледоколы класса «Арктика» использующиеся для сопровождения грузовых и других судов по СМП[4].

Можно сказать, что арктический транспортный флот, имеющий в своем составе мощные атомные ледоколы, в полной мере обеспечивает продленные сроки навигации, а в некоторых районах, таких как западная Арктика, обеспечивает круглогодичное судоходство и повышенные надежности перевозок.

Вследствие экстремально низкой температуры окружающей среды основной проблемой для Арктики остается проведение аварийно-спасательных работ (далее – АСР) на водном транспорте, решающее значение в минимизации последствий аварий играет временной фактор – скорость реагирования и выполнения поставленных задач. Для этого требуется высокий уровень подготовки спасателей, направленный на инновационное техническое оснащения, предоставляющее возможность выполнения АСР в короткие сроки и повышение шансов выживания пострадавших.

Значительное число ведомств и организаций, которые осуществляют морскую деятельность, в Арктике обладают специализированными судами поисково-спасательного

назначения. В ходе реализации федеральных целевых программ по развитию Арктического региона были построены и переданы в состав ФГБУ «Морспасслужба» многофункциональные специализированные аварийно-спасательные суда, оснащенные необходимым аварийно-спасательным имуществом и оборудованием, соответствующее требованиям Российского морского регистра судоходства для решения всего комплекса задач поиска и спасания людей, терпящих бедствие на море и ликвидации последствий аварий на морском транспорте.

Ледокольный спасательный флот привлекается для решения задач поиска и спасания людей на акватории, а также они выполняют ледокольную проводку транспортных судов. На борту ледоколов организовано несение дежурства аварийно-спасательных групп, которые оснащены водолазными системами и комплектами оборудования для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.

Для повышения безопасности, в акватории СМП было организовано круглосуточное несение аварийно-спасательной готовности судами, для оперативного реагирования на внезапно сложившуюся аварийную ситуацию, а также суда привлечены для несения аварийно-спасательной готовности на морских объектах нефтегазовых месторождений.

Анализ аварийности и опыта проведения спасательных работ в Арктике показывает, что наземной поисково-спасательной техники и спасательных судов недостаточно для обеспечения оперативного реагирования. Однако, согласно «Комплексному плану модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года» должны будут построены 16 аварийно-спасательных судов ледового класса, для обеспечения безопасности мореплавания в акватории СМП, которые должны будут компенсировать недостаток аварийно-спасательного корабельного обеспечения.

Увеличение флота не повысит оперативность и качество проведения АСР до должного уровня, так как остается нерешенной проблема, связанная с управлением ведением АСДНР и слаженностью действий между подразделениями при выполнении задач по предназначению. В случае аварии в водных акваториях Арктики важно оперативно среагировать, так как жизнеспособность человека в холодной воде составляет в среднем 5 – 8 минут [1]. Следовательно, вопрос управления ведением АСДНР в условиях Арктики требует дополнительной проработки.

Перспективные оценки изменений ледовых условий в XXI в. Показывают, что ледяной покров будет присутствовать на трассах СМП более шести месяцев в году, что является основанием для регулирования Россией мореплавания в своей арктической зоне. Наблюдаемое и ожидаемое потепление в арктической зоне в целом благоприятно складывается для морской хозяйственной деятельности, включая судоходство и добычу углеводородов на шельфе, а также для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на водных Арктических объектах

ЛИТЕРАТУРА

1. Хон В.Ч., Мохов И.И., Анализ ледовых условий в арктическом бассейне и перспективы развития северного морского пути в XXI веке. Проблемы Арктики и Антарктики. 2008. № 1 (78). С. 59—65.
2. Монько Н. А. Организация судоходства в акватории Северного морского пути. Практика: докл. на V междунар. форуме «Арктика: настоящее и будущее». СПб, 08.12.2015 г.
3. Миленина Э. А. Стратегия пространственного развития Арктической зоны: докл. на семинаре «Арктика: вектор развития и диалога». СПб., 16.10.2015.
4. Клепач А. Н., Разбегин В. Н. Роль транспортных проектов в развитии Арктики и русского Севера // Гос. аудит. Право. Экономика. — 2017. — № 1. — С. 121—124.
5. Щербанин Ю. А. Перевозка грузов по внутренним водным путям России: стратегия развития до 2030 года (новые возможности для нефтегазового сектора) // Науч. тр. ИНП РАН. — 2016. — № 1. — С. 291—301.

МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ЗАМЕДЛИТЕЛЯМИ ГОРЕНИЯ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ НА ТЕКСТИЛЬНЫЕ ПОДЛОЖКИ

Женевская В.Ю.

Рева О.В., кандидат химических наук

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Изучена совместимость ряда органических и неорганических замедлителей горения с различными типами акриловых связующих для создания огнестойкого металлсодержащего слоя на текстильных подложках.

MODIFICATION OF POLYMERIC BINDERS WITH COMBUSTION SEALERS FOR APPLICATION ON TEXTILE SUBSTRATES

Genevskaya V.U.

Reva O.V., PhD in Chemical Sciences, Associate Professor

Abstract. The compatibility of a number of organic and inorganic flame retardants with various types of acrylic binders was studied to create a fire-resistant metal-containing layer on textile substrates.

Одной из серьезных задач при разработке защитной одежды для пожарных-спасателей и других опасных профессий является создание тепло-светоотражающих огнестойких тканевых материалов, в том числе с прочно прикрепленным поверхностным металлизированным слоем. Такие матрицы на текстильной основе представляют собой в комплексе многослойный сложносочиненный композиционный материал. Нанесение отдельных слоев осуществляется как методами вакуумного напыления и горячего прессования, так и ракельного формования слоев из вязкого раствора металлопорошков на основе полимерного связующего [1]. Как правило, на тканевую подложку первоначально наносится грунтовочный слой, а после защитный светоотражающий слой [2]. До настоящего времени нерешенной проблемой является как подбор полимерного связующего, так и конечные функциональные свойства композитного изделия, в частности его суммарная огнестойкость. Очень часто нанесение даже на трудногорючие материалы полимерной пленки, в особенности с включением мелкодисперсных металлических частиц, приводит к резкому падению суммарной огнестойкости системы.

Таким образом, при использовании металлических дисперсий в различных связующих дополнительно требуется введение в полимерную композицию замедлителей горения. В подавляющем большинстве случаев используются галоген или фосфорсодержащие органические производные, поскольку они хорошо совместимы с полимерными растворами и дисперсиями различной химической природы и обеспечивают надежный огнезащитный эффект. Неорганические композиции, являющиеся эффективными замедлителями горения, в частности аммонийные металлофосфаты, используются значительно реже, поскольку их совместимость с различными смолами и полимерными дисперсиями плохо изучена; часто не удается получить однородную достаточно текучую композицию.

В данной работе была изучена возможность совмещения огнезамедлительных систем на основе неорганических фосфатов и полифосфатов с акриловыми связующими различных типов и огнестойкость полиэфирных текстильных подложек, на которые наносились

полученные композитные пасты. На предварительной стадии исследований нами было установлено, что наилучшей совместимостью с различными замедлителями горения как неорганическими, так и органическими (меламин, пентаэритрит, фосфат 5- аминотетразол) отличаются акриловые композиции для обработки целлюлозы (как в виде массивной древесины, так и натуральных тканей). Данные дисперсии обладают после полимеризации глянцевым эффектом, а содержащие мелкодисперсную алюминиевую пудру полимеризуются с образованием отражающего серебристого металлосодержащего слоя. Ряд других акриловых связующих и грунтов при внесении фосфат 5- аминотетразола или неорганических фосфатов резко полимеризуются, не образуя текучей пасты. При дальнейших исследованиях применяли акриловую дисперсию для древесины, полимеризуемую либо длительной сушкой при комнатной температуре, либо сушкой в сушильном шкафу.

Исследованные огнезащитные композиции включали: меламин 10 масс. %, пентаэритрит 10 масс. %, фосфатная составляющая 80 масс. %; при этом композиция № 1 содержала нестехиометрические непolyмеризованные аммонийные не полностью замещенные фосфаты; а композиция № 2 – полимеризованные фосфаты аммония.

В результате проведенных исследований было установлено, что условия сушки механически нанесенной на поверхность полиэфирной ткани огнезащитной акриловой пасты практически не оказывают влияния на огнестойкость конечной системы. Тогда как химическая природа замедлителя горения и его массовое содержание в акриловой пасте являются основными определяющими факторами, что подтверждается огневыми испытаниями. Так, высоко полимеризованная композиция № 2 не обеспечивает прекращение горения испытываемого образца даже при 20 масс. % в пасте, только замедляет его в ~2-4 раза. Прекращение горения обработанного материала обеспечивает только не полимеризованная композиция № 1, отличающаяся повышенным содержанием аммонийной компоненты, отвечающей за выделение азотсодержащих ингибиторов горения в газовую фазу с прекращением в ней радикальных процессов.

Требуемая по ГОСТ огнестойкость обработанной тканевой подложки достигается при содержании антипирена в пасте не менее 15 масс. %. Огневые испытания показали, что полиэфирный тканевый образец с нанесенным полимерным слоем самозатухает через 1 с после отнятия пламени горелки. 2-3 поджигания с самозатуханием через 1 с после отнятия пламени горелки выдерживают только те полиэфирные ткани с нанесенной акриловой огнезащитной пастой, где содержание антипирена составляет 20 масс. %.

Таким образом, нами разработаны перспективные огнезамедлительные системы на основе неорганических нетоксичных реагентов, совместимые с акриловыми пленкообразующими связующими для получения функциональных огнестойких и светоотражающих композитных слоев на текстильных подложках. Не решенной на данный момент проблемой является их высокое содержание в полимерном связующем; в связи с чем направлением дальнейших исследований представляется совершенствование химического и фазового состава композиций и исследование роли каждой из компонент (легкоплавкой, тугоплавкой, азот- или фосфорсодержащей, органической или минеральной добавки) в механизме огнезащитного действия композиции в комплексе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артемов, А.П. Металлизация текстильных изделий // В мире оборудования.– 2002, № 10.– С. 27-30.
2. Дмитракович, Н.М. Ю.Г. Русецкий, В.В. Гнутенко и др Сравнительный анализ технологических процессов получения огнестойких тканей с металлизированным покрытием // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация.– 2004.– № 6 (16).– С.27-35.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СПАСАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ВО ВРЕМЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АКТОВ

Зими́на В.А.

Мясников Д.В., кандидат технических наук, доцент

ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»

Аннотация. Рассмотрены некоторые вопросы защиты спасателей при проведении аварийно-спасательных работ во время ликвидации последствий террористических актов, а также проведено исследование для определения направлений деятельности по повышению уровня защиты спасателей, привлекаемых к ликвидации террористических актов.

Ключевые слова: терроризм, безопасность, спасатель, аварийно-спасательные работы

ENSURING SAFETY OF RESCUERS DURING EMERGENCY RESCUE OPERATIONS DURING THE ELIMINATION OF THE CONSEQUENCES OF TERRORIST ACTS

Zimina V.A.

Myasnikov D.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The article considers some issues of protection of rescuers during rescue operations during the elimination of the consequences of terrorist acts, considers the phenomenon of terrorism, as well as a study to determine the directions of activities to increase the level of protection of rescue workers involved in the elimination of terrorist acts.

Keywords: terrorism, safety, rescuer, emergency rescue operations.

В современном мире большой угрозой для людей и общества выступает терроризм. Количество террористических актов, организаций, завербованных людей увеличивается с каждым днем. Только за 2020 год по всему миру совершено более 20 террористических актов. На сегодняшний день существует 10 известных международных террористических организаций. Терроризм как явление может классифицироваться по различным основаниям. Основными основаниями для классификации терроризма выступают идеологическая основа и сфера проявления, масштаб, виды применяемых средств, силы и средства, форма, цели и задачи.

Контртеррористическая деятельность в Российской Федерации осуществляется силами и средствами министерств и ведомств, входящих в Национальный антитеррористический комитет (НАК). Руководящую роль в работе НАК занимает Федеральная служба безопасности, в чьи непосредственные обязанности входит выявление терроризма, предотвращение, пресечение террористических актов, ликвидация террористических группировок и террористов, в том числе их физическое устранение [1].

Однако, террористический акт не всегда удается предотвратить. В этом случае возникает необходимость ликвидации последствий террористического акта, который по форме мог быть взрывом, поджогом, захватом заложников и т.д. При этом проведение необходимых аварийно-спасательных работ, оказание помощи пострадавшим, их эвакуация нередко проводятся в условиях сохраняющейся террористической угрозы. Например, эвакуация пострадавших из захваченной террористами школы в г. Беслане в 2004 году осуществлялась во время продолжающегося удержания заложников [2].

К проведению аварийно-спасательных работ привлекаются аварийно-спасательные формирования, находящиеся в ведении МЧС России. Эти формирования, в отличие от подразделений силовых структур, не имеют на оснащении боевого оружия и средств защиты от него. При этом МЧС России входит в состав НАК, а подразделения спасателей вместе с подразделениями ФСБ, МВД и Минобороны участвуют в контртеррористической деятельности и непосредственной ликвидации террористических актов.

Спасательные работы должны начинаться немедленно по прибытии спасателей в район чрезвычайной ситуации, не ожидая полного подавления или снижения воздействия возникших вредных и опасных факторов [3]. Промедление в оказании помощи пострадавшим может стоить им жизни. При террористических актах в условиях сохраняющейся террористической угрозы возникает противоречие: применять спасательные формирования до полного устранения угрозы, тем самым спасая большее количество пострадавших за счет сокращения времени оказания помощи, или добиваться полного устранения угрозы (в том числе и проведение проверок на наличие невзорвавшихся взрывных устройств) и только после этого привлекать спасателей, но терять при этом время.

С точки зрения спасения пострадавших и оказания им помощи предпочтительным является первый вариант. Но такой вариант сопровождается повышенным риском для спасателей, который усугубляется отсутствием у них средств защиты, адекватных существующим угрозам.

Одним из принципов деятельности аварийно-спасательных служб и спасателей в соответствие со ст. 3 Федерального закона от 22.08.1995 г. № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» является принцип оправданного риска и обеспечения безопасности при проведении аварийно-спасательных и неотложных работ [4]. При этом ответственность за обеспечение безопасности возлагается на руководителя ликвидации чрезвычайной ситуации.

Таким образом, возникает вопрос защиты спасателей при проведении аварийно-спасательных работ во время ликвидации последствий террористических актов в условиях сохраняющейся террористической угрозы.

В результате анализа ликвидации последствий террористических актов в Российской Федерации за последние 20 лет [5] выявлено, что основными проблемными вопросами, влияющими на уровень безопасности спасателей, являются:

нормативное правовое обеспечение деятельности спасателей при ликвидации последствий террористических актов;

взаимодействие сил, привлекаемых к ликвидации террористических актов;

оснащенность средствами защиты от опасных и вредных факторов, возникающих при ликвидации последствий террористических актов.

Для определения направлений решения данных вопросов предлагается систематизировать имеющиеся в этой области проблемы. Для этого на основе методов системного анализа проводим декомпозицию основной проблемы «Недостаточный уровень безопасности спасателей, привлекаемых к ликвидации последствий террористических актов» на подпроблемы (рис. 1).



Рис. 1 – Декомпозиция проблемы «Недостаточный уровень безопасности спасателей, привлекаемых к ликвидации последствий террористических актов»

Далее в каждом из рассмотренных террористических актов [5] определено, какие из подпроблем внесли основной вклад в уровень безопасности спасателей. При этом в каждом террористическом акте могла быть как одна, так и две и три подпроблемы.

Из 143 террористических актов подпроблема «Непроработанность нормативной правовой базы» встречается 78 раз, подпроблема «Несогласованность действий служб экстренного реагирования» – 39 раз, подпроблема «Отсутствие средств защиты спасателей» – 111 раз.

Применяем метод FMR-анализа (от англ. «fastest, medium, rare» – «быстро, средне, медленно») для определения коэффициента частоты обращений (упоминаний). FMR-анализ используется для решения логистических задач и представляет собой анализ товарного ассортимента по частоте взятия, но может быть применен и для других задач, связанных с выбором альтернатив [6]. Коэффициент частоты обращений (упоминаний) представленных подпроблем:

$$K_i = \frac{P_i}{\sum_{j=1}^n P_j} \quad (1)$$

где P_i – количество упоминаний i -ой подпроблемы во всех рассматриваемых террористических актах;

$\sum_{j=1}^n P_j$ – общее количество упоминаний подпроблем во всех рассматриваемых террористических актах;

n – количество рассматриваемых террористических актов.

Получаем, что коэффициент частоты обращений (упоминаний) подпроблемы «Непроработанность нормативной правовой базы» 0,342, подпроблемы «Несогласованность действий служб экстренного реагирования» 0,171, подпроблемы «Отсутствие средств защиты спасателей» 0,487.

Таким образом, основная проблема, связанная с обеспечением безопасности спасателей, привлекаемых к ликвидации последствий террористических актов, связана с отсутствием средств защиты. Для повышения уровня безопасности в первую очередь необходимо обратить внимание на разработку и внедрение средств защиты спасателей от опасных и вредных факторов, возникающих при ликвидации последствий террористических актов.

Для решения этой подпроблемы предлагается определить, от каких конкретно поражающих факторов, возникающих при проведении аварийно-спасательных работ при ликвидации террористических актов, необходимо предусматривать средства защиты.

Из 143 проанализированных террористических актов [5] установлено, что 121 был осуществлен в форме взрыва, 9 – связаны с захватом заложников (в том числе сопровождалось применением огнестрельного оружия), 13 – реализованы в других формах.

Получаем, что основные угрозы безопасности спасателей при ликвидации последствий террористических актов связаны с поражающими факторами взрыва. Главными поражающими факторами взрыва являются: воздушная ударная волна, осколки, термическое действие, ядовитые продукты взрыва.

Существующая штатная экипировка спасателей (шлем-каска, комбинезон, защитная обувь, защитные очки, перчатки) позволяет в некоторой степени осуществлять защиту от поражающих факторов взрыва. Однако остается нерешенным вопрос защиты тела спасателей от осколков и действия ударной волны. При этом средства защиты спасателей не должны ограничивать или делать невозможным проведение ими аварийно-спасательных работ, т.е. мероприятий, связанных с поиском, деблокированием, эвакуацией пострадавших и оказанием им первой помощи.

Таким образом, необходимо предусмотреть такие средства защиты спасателей, которые будут удовлетворять следующим критериям:

возможность применения сразу, без подготовки;

степень защиты достаточная для защиты от осколков взрывных устройств и элементов конструкций;

возможность применения средств защиты в движении, при выполнении спасателями технологических операций аварийно-спасательных работ;

легкость (ввиду уже имеющейся нагрузки на спасателей за счет применения ими аварийно-спасательного инструмента и оборудования).

Анализ существующих способов и средств защиты от поражающих факторов взрыва на соответствие их представленным критериям (таблица 1) показал, что применение средств инженерной защиты и инженерных сооружений (защитные купола, щиты, сетки, окопы, траншеи) в условиях проведения аварийно-спасательных работ затруднительно.

Таблица 1

Результаты анализа существующих способов и средств защиты от поражающих факторов взрыва на соответствие их представленным критериям

Средство (способ) защиты	Критерии			
	возможность применения сразу, без подготовки	степень защиты достаточная для защиты от осколков взрывных устройств и элементов конструкций	возможность применения средств защиты в движении, при выполнении спасателями технологических операций аварийно-спасательных работ	легкость
инженерное сооружение (окоп, траншея)	-	+	-	-
защитный купол	-	+	-	-
защитный щит	+	+	+	-
защитная сетка	-	+	-	+
бронекостюм сапера	+	+	-	-
бронежилет	+	+	+	+
контейнер для взрывного устройства	-	+	-	-
работа на расстоянии (дистанционный способ)	+	+	-	+

Эти средства, несмотря на высокую степень защиты от поражающих факторов взрыва, не удовлетворяют остальным предъявляемым критериям применения их спасателями при проведении аварийно-спасательных работ. Аналогичная ситуация и с бронекостюмом сапера, и с контейнером для взрывного устройства. Единственным средством защиты, удовлетворяющим всем критериям, является бронежилет.

Бронежилет – элемент индивидуальной защиты человека, обеспечивающий защиту верхней части туловища (торса) человека от воздействия огнестрельного и холодного оружия, также от осколков снарядов, мин и гранат.

Требования к бронежилетам в России до 1 марта 2019 г. определялись государственным стандартом ГОСТ Р 50744-95 [7]. С 1 марта 2019 г. его заменил межгосударственный стандарт ГОСТ 34286-2017 «Бронеодежда. Классификация и общие технические требования» [8]. При этом принципиальных изменений со сменой стандартов не последовало.

Существует несколько классов защиты. Действие пули принято обозначать классом защиты, который устанавливают, исходя из калибра, типа, массы и скорости пули (осколка).

Класс защиты устанавливается, исходя из непробития бронежилета как сердечником пули, так и ее оболочкой (рубашкой), иначе говоря, если бронежилет пробивается сердечником пули (который имеет обычно значительно большую пробивную способность, чем оболочка пули), он все еще может защитить от пробития остальной пулей.

При этом, как правило, чем выше класс защиты, тем тяжелее, дороже, объемнее бронезилов. Следовательно, возникает новая задача выбора класса защиты бронезилов такого, который бы решал проблему противопульной и противоосколочной защиты спасателей при проведении ими аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий террористических актов, но в то же время не усложнял действия спасателей. Решение данной задачи позволит выбрать такой вариант защиты спасателей, при котором они смогут выполнять необходимые технологические операции в рамках аварийно-спасательных работ и будут защищены от опасностей в условиях сохраняющейся террористической угрозы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состав Национального антитеррористического комитета [Электронный ресурс] // Официальный сайт Национального антитеррористического комитета. URL: <http://nac.gov.ru/nak/sostav.html> (дата обращения: 25.01.2021).
2. Хроника захвата заложников в школе № 1 г. Беслана в сентябре 2004 года [Электронный ресурс] // Сетевое издание «РИА-Новости» [сайт]. URL: <https://ria.ru/20100901/270410937.html> (дата обращения: 25.01.2021).
3. Методические рекомендации по применению и действиям нештатных аварийно-спасательных формирований при приведении в готовность гражданской обороны и ликвидации чрезвычайных ситуаций / под общ. ред. В.А. Пучкова. – М.: МЧС России, 2005. – 230 с.
4. Федеральный закон от 22.08.1995 г. № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» [Электронный ресурс] // Информационно-правовая система «Гарант» [сайт]. URL: <http://base.garant.ru/10104543> (дата обращения: 25.01.2021).
5. Теракты, совершенные в России [Электронный ресурс] // Материал из Википедии – свободной энциклопедии. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Теракты,_совершенные_в_России (дата обращения: 25.01.2021).
6. Ковалев К.Н. Логистика в розничной торговле. Как построить эффективную сеть / Ковалев К.Н., Уваров С.А., Щеглов П.В. Логистика в розничной торговле. Как построить эффективную сеть – СПб.: «Питер», 2006. – 272 с.
7. ГОСТ Р 50744-95 «О противодействии терроризму» [Электронный ресурс] // Информационно-правовая система «Гарант» [сайт]. URL: <http://base.garant.ru/5921657> (дата обращения: 25.01.2021).
8. Межгосударственный стандарт ГОСТ 34286-2017 «Бронеодежда. Классификация и общие технические требования» [Электронный ресурс] // Информационно-правовая система «Гарант» [сайт]. URL: <http://base.garant.ru/72138804> (дата обращения: 25.01.2021).

УДК 614.842.615

ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕТУШАЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ ВОДОЙ

Иванов И.Ю.

Навроцкий О.Д., кандидат технических наук

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Водные пленкообразующие пены (АFFF) предназначены для пенного тушения пожаров с участием нефтепродуктов и других легковоспламеняющихся жидкостей. Приведена обобщенная информация о фторсодержащих пенообразователях и механизме тушения.

Ключевые слова: фторированные ПАВ, пожаротушение, тонкораспыленная вода, пенообразователи целевого назначения.

Abstract. Aqueous film-forming foams (AFFF) are designed for foam extinguishing fires involving petroleum products and other flammable liquids. Generalized information on fluorinated foaming agents and extinguishing mechanism is provided.

Keywords: fluorine-containing foaming agents, firefighting, water mist, special purpose foaming agents.

Вода, отличающаяся сочетанием высокой теплоты парообразования и удельной теплоемкости с низкой теплопроводностью, является наиболее распространенным средством тушения пожаров. В тоже время, из-за высокого поверхностного натяжения вода обладает низкой смачивающей способностью, вследствие чего она быстро стекает с горящих объектов, и значительная часть ее не участвует в процессе тушения. Большинство современных технических средств используют на тушение очага возгорания только 5-10% поданной воды, фактически 90-95% поданной воды можно считать излишне пролитой [1]. В связи с этим задача повышения огнетушащей эффективности воды является актуальной и востребованной задачей.

Повышение огнетушащей способности воды с помощью добавок особенно актуально при использовании автоматических установок пожаротушения (УП). Например, в настоящее время в соответствии с [2] при использовании в качестве огнетушащего вещества (ОТВ) воды со смачивателями интенсивность орошения принимают в 1,5 раза меньше, чем при подаче воды. В тоже время имеется возможность более значительного повышения огнетушащей способности воды за счет одновременного использования оптимальной дисперсности распыленных струй воды, снижения поверхностного и межфазного натяжения ОТВ и повышения смачивающей способности. Этого можно достичь добавлением в воду огнетушащих составов на основе композиции углеводородных и фторированных поверхностно-активных веществ (ПАВ). Поверхностно-активные вещества не встречаются в окружающей среде естественным образом и созданы человеком. Они используются во многих типах продуктов, где желательна их способность образовывать гладкие поверхности, отталкивающие воду, масло, жир и пятна.

Получение факела распыла воды высокой степени дисперсности (среднеарифметический диаметр капель менее 100 мкм) достигается за счет сложного конструктивного исполнения оросителей, генерирующих тонкораспыленную воду, а также создания высокого давления подачи воды (вплоть до 8 МПа). Эти факторы сказываются на увеличении стоимостных характеристик установок пожаротушения тонкораспыленной водой. Применение фторированных ПАВ в композиции ОТВ позволяет снизить поверхностное натяжение воды более чем в 4 раза, и, соответственно, размер капель воды в 2 раза при прочих равных условиях диспергирования. Это позволяет получать тонкораспыленное ОТВ (среднеарифметический диаметр капель менее 150 мкм) на водной основе при использовании обычных спринклерных и дренчерных оросителей и низком давлении в системе, что ведет к удешевлению и расширению области применения водяных УП.

Использование тонкораспыленной воды с добавками композиции углеводородных и фторированных ПАВ позволяет эффективно тушить пожары легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Это возможно за счет двух эффектов: охлаждения горючей жидкости до температуры ниже температуры вспышки и образования водной пленки на поверхности горючей жидкости. Водная пленка растекается по поверхности горючей жидкости и резко сокращает скорость ее испарения.

Образование водной пленки на поверхности горючей жидкости возможно в случае, когда сумма поверхностного и межфазного натяжения ОТВ на водной основе меньше поверхностного натяжения горючей жидкости. Данное условие выполняется у водных растворов синтетических

фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей для тушения пожаров типа AFFF (Aqueous Film Forming Foam) по [3]. Однако при применении водных растворов пенообразователя в установках пожаротушения образуется не только распыленное огнетушащее вещество, но и определенное количество пены. Образование пены приводит к уменьшению доли распыленного ОТВ, снижая эффект охлаждения и разбавления горючей среды, что может привести к снижению огнетушащей эффективности. Также снижается площадь орошения одним оросителем. Таким образом, образование пены не позволяет использовать весь заложенный в установках потенциал тактико-технических возможностей.

Выходом из сложившейся ситуации может стать разработка и использование специальных огнетушащих составов на основе композиции углеводородных и фторированных ПАВ с пониженным пенообразованием для УП, в которых в качестве ОТВ используется вода или вода с добавками. Указанный огнетушащий состав должен обладать рядом свойств. Во-первых, он должен способствовать достижению высокой степени дисперсности распыленной воды при более низком давлении подачи воды в ороситель, что позволит снизить энергоемкость, упростить технические решения, а значит уменьшить и стоимостные характеристики УП тонкораспыленной водой. Во-вторых, он должен быть безвредным для людей, поскольку технология тушения и локализации пожаров распыленной водой может применяться для защиты помещений с пребыванием людей. В-третьих, распыленная вода может быть использована при тушении пожаров в помещениях с дорогостоящим оборудованием. Поэтому коррозионная активность используемых составов должна быть не больше, чем у воды.

Наиболее близким по составу к предлагаемым к разработке ОТВ являются пленкообразующие пенообразователи на основе фторированных ПАВ. Фторсодержащие пенообразователи представляют собой водные концентраты, которые помимо фторированных ПАВ, содержат другие ингредиенты, такие как растворители, углеводородные ПАВ, стабилизирующие, бактерицидные, противокоррозионные и др. добавки. Содержание воды в пенообразователях варьирует от 68 до 93 %, растворителей – от 3 до 25 %, углеводородных ПАВ – от 2 до 12 %, фторированных ПАВ – от 1 до 5 %, других добавок – от менее 1 до 1,5 %. Для продления срока службы пенообразователей в них добавляют такие компоненты, как гликолевые эфиры и этилен или пропиленгликоли [4].

Получение информации о содержании конкретных соединений в пенообразователях проблематично в связи с длительным периодом их производства, наличием большого перечня производителей, а также в связи с коммерческой тайной производимой продукции. Так, компания 3М в период с 1965 по 1975 г. использовала перфторированные карбоксилаты, с 1975 по 2001 г. – перфторированные сульфонаты (ПФОС) и родственные соединения. С 1970-х годов начали широко применяться фтортеломеры с различной длиной углеродной цепи. В период с 2000 по 2002 г. компания 3М на добровольных началах прекратила производство фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей, что было обусловлено опасностью ПФОС и ПФОК для природных экосистем и здоровья человека. Однако не все компании присоединились к этой программе; кроме того, продолжали использоваться уже имеющиеся запасы пер- и полифторированных соединений [4].

К настоящему времени установлено, что на практике применялись и применяются как короткоцепочные фтортеломеры, так и их смеси C8/C6. Переход исключительно на короткоцепочные фтортеломеры типа C6 сдерживается недостаточно высокой эффективностью пенообразователей на их основе и необходимостью увеличения расходных материалов до 20 %. Большинство производителей, включая ряд крупных, приняли сознательное решение использовать смесь фтортеломеров C8/C6 [4].

Наиболее часто используемыми углеводородные ПАВ для производства пенообразователей являются анионноактивные ПАВ: алкил-сульфаты (упоминается в 24 патентах), ПАВ с оксиэтилированной группой (19 патентов), алкиларилсульфонаты (19 патентов) и алкилсульфонаты (7 патентов). В качестве стабилизаторов пены синтетических пенообразователей чаще всего используют высшие жирные спирты и их производные. Эти

добавки дополнительно снижают поверхностное натяжение растворов пенообразователей на $5\text{--}10 \text{ мН}\times\text{м}^{-1}$, придают пенным пленкам повышенную упругость и поверхностную вязкость, повышают гидростатическую устойчивость пен. Для стабилизации пены часто используют полисахариды (9 патентов), водорастворимые полимеры (23 патента), стабилизирующий эффект которых достигается в основном за счет повышения объемной вязкости и придания пене теплоустойчивости. Чаще всего для этих целей применяются полиоксы (высокомолекулярные продукты конденсации окиси этилена), натрийкарбоксиметилцеллюлоза, различные полимеры и сополимеры акриловой и метакриловой кислот.

Таким образом, анализ научно-технической и патентной информации позволил сделать вывод, что при разработке рецептур пенообразователей наиболее целесообразно использовать углеводородные анионактивные ПАВ, такие как алкилсульфаты, ПАВ с оксиэтилированной группой (сульфоэтоксилаты), алкиларилсульфонаты и алкилсульфонаты. Из фторированных ПАВ наиболее целесообразно использовать смесь фтортеломеров C8/C6. Введение в состав пенообразователей различных модифицирующих добавок преследует цель повысить устойчивость и огнетушащую эффективность пены, а также улучшить растворимость компонентов пенообразователя и снизить температуру кристаллизации пенообразователя.

Дальнейшее проведение исследований направлено на разработку огнетушащего состава на основе композиции ПАВ с пониженным пенообразованием и проведением оценки его огнетушащей эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вода для тушения пожаров / С.П. Храмцов // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. - №4. С.72-75.
2. Пожарная автоматика зданий и сооружений: СН 2.02.03-2019. – Введ. впервые (с отменой на территории Респ. Беларусь: ТКП 45-4.02-317-2019). – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2019. – 81 с.
3. Система стандартов пожарной безопасности. Вещества огнетушащие. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования. Методы испытаний : СТБ 2459-2016. Введ. 12.08.16. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь, 2016. – 47 с.
4. Фторсодержащие пенообразователи для тушения пожаров: производство, применение, экологические последствия / Т. И. Кухарчик // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2018. - №4. С.487-504.

УДК 629.123

БЕЗОПАСНОСТЬ МОРСКИХ СУДОВ В АРКТИКЕ

Игнатенкова Д.А.

Балобанов А.А.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы безопасности морских судов, работающих в зоне Арктики, а также их решение.

Ключевые слова: КСС, ПСО, морские суда, Арктика, СМП.

SAFETY OF MARINE VESSELS IN THE ARCTIC

Ignatenkova D.A.

Balobanov A.A.

Abstract. The article deals with the problems of safety of marine vessels operating in the Arctic zone, as well as their solution.

Keywords: KSS, PSO, marine vessels, Arctic, NSR.

Покорение Арктики несет огромную роль для развития промышленности, занятой добычей полезных ископаемых. Этот район привлекает представителей промышленности многих стран. Уже сейчас известно, что в Арктике имеются огромные запасы углеводородов, поэтому конкуренция между странами, желающими завладеть месторождениями, очень высока.

Выгодное географическое расположение Российской Федерации позволяет вести активную работу в области изучения Арктики. Нельзя упускать возможность, которую дает данный район, огромные кладези полезных ископаемых позволят увеличить богатство России.

История освоения Арктики нашей страной неразрывно связана с поиском и спасанием людей в этом регионе. В качестве примера можно привести героическую эпопею спасания 104 челюскинцев в феврале-апреле 1934 г. и ряд других поисково-спасательных операций.

Одним из основных составляющих системы комплексной безопасности для защиты населения, территорий и критически важных объектов Арктической зоны Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является поисково-спасательное обеспечение (ПСО) морской деятельности (МД), реализуемое силами и средствами федеральной системы поиска и спасания на море [1—3].

Главным инструментом освоения Российской Арктики является Арктическая транспортная система, обеспечивающая грузопотоки на всем протяжении береговой линии России в Северном Ледовитом океане, достигающей 20 тыс. км. Ее базовым элементом является Северный морской путь — важнейшая транспортная магистраль, обеспечивающая грузопотоки между арктическими регионами и лежащими к югу от них промышленно развитыми территориями. Через Арктику проходит кроссполярный авиамост (кратчайший путь между Северной Америкой и Азией). Потенциал северных маршрутов с экономической точки зрения использован пока далеко не полностью, но его можно увеличить, повышая интенсивность полетов. Стратегия развития Арктической зоны в период до 2035 г. предполагает реализацию нескольких значительных инвестиционных проектов. Высокие издержки хозяйственной деятельности в Арктике определяют целесообразность развертывания здесь крупных проектов, способных максимально использовать эффекты экономии на масштабе операций.

В настоящее время поиск и спасание людей, терпящих бедствие на море и внутренних водах Российской Федерации, осуществляются на принципе взаимодействия существующих ведомственных аварийно-спасательных служб в соответствии с «Положением о взаимодействии аварийно-спасательных служб министерств, ведомств и организаций на море и водных бассейнах России» (зарегистрировано Минюстом России 28 июля 1995 г., регистрационный № 917).



Рис. 1. Структура федеральной системы поиска и спасания

Опыт проведения поисково-спасательных операций свидетельствует, что гибель экипажа и персонала морских объектов, как правило, происходит до прибытия сил ПСО. Следовательно, приоритет в развитии поисково-спасательной техники должен быть отдан созданию эффективных индивидуальных и коллективных средств самостоятельного спасания, размещаемых на морских объектах.

Поэтому перспективное коллективное спасательное средство (КСС) при возникновении чрезвычайных ситуаций должно не только оперативно обеспечивать эвакуацию персонала и экипажа аварийного объекта на воду или лед, но и удаление их на безопасное расстояние от аварийного объекта для передачи прибывшим силам ПСО. В качестве таких коллективных спасательных средств могут быть предложены многофункциональный спасательный аппарат (МСА) (рис. 2) и многофункциональный спасательный комплекс (МСК) (рис. 3). Основным преимуществом МСА и МСК перед остальными видами КСС является возможность их применения в различных режимах: водоизмещающем (плавание, глиссирование); экранном; аэросанном; на воздушной подушке.

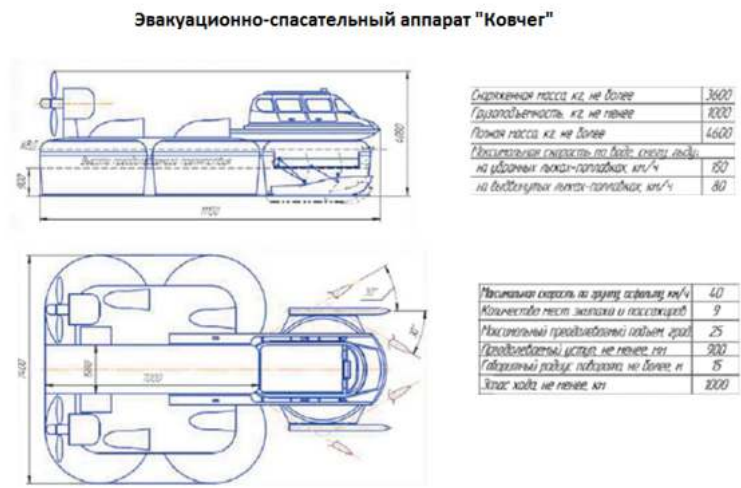


Рис. 2. Эвакуационно-спасательный аппарат «Ковчег» (КВЛ — конструктивная ватерлиния)



Рис. 3. Эвакуационно-спасательный комплекс «Ковчег-1» (ВАТС — высокоманевренное автономное транспортное средство)

В заключение следует отметить, что только на основе системного подхода к имеющимся проблемам ПСО МД России может быть реализовано безопасное обеспечение морской деятельности России в Арктике. Создание функциональной, отвечающей современным требованиям системы поисково-спасательного обеспечения в Арктической зоне возможно только при активном взаимодействии всех ФОИВ и других организаций, имеющих там интересы и специальные силы и средства, с учетом четкого распределения между ними ответственности (обязанностей).

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года и дальнейшую перспективу. — Утверждены Президентом Российской Федерации 05 марта 2020 г.

2. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. — Утверждена Президентом Российской Федерации 26 октября 2020 г.
3. Стратегия развития морской деятельности России до 2030 года. — Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 декабря 2010 г. № 2205-р.
4. Чуприян А.П., Веселов И.А. Мероприятия, проводимые МЧС России по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктике // Арктика: экология и экономика. — 2013. — № 1 (9). — С. 70—77.
5. Алексеев С.П., Бродский П.Г., Катенин В.А. — Технологии НГО — системное решение проблем безопасности плавания // Наука и транспорт. — 2011. — С. 52—55.

УДК 614.84:004.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ИНФОРМАЦИОННЫМ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ УКРАИНЫ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ

Игнатьев В.С.

Мельник Р.П., кандидат технических наук, доцент

Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины

Аннотация. Проанализирована статистика пожаров в Украине в 2020 году. Определена основная научно-практическая задача развития информационных и телекоммуникационных технологий ГСЧС Украины, которая заключается в обеспечении живучести данных систем. Доказано, что вероятность разрушения или уничтожения информационных объектов пропорциональна времени их существования, а время их разрушения, в свою очередь, имеет статистическое распределение.

Ключевые слова: статистика пожаров, информационные и телекоммуникационные системы, несанкционированный доступ, живучесть информации.

RESEARCH OF REQUIREMENTS OF INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEMS OF THE STATE EMERGENCY SERVICE OF UKRAINE

Ignatjev V.S.

Melnyk R.P., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The statistics of fires in Ukraine in 2020 are analyzed. The main scientific and practical task of the development of information and telecommunication technologies of the State Emergency Service of Ukraine, which is to ensure the survivability of these systems, has been determined. It has been proved that the probability of destruction or destruction of information objects is proportional to the time of their existence, and the time of their destruction, in turn, has a statistical distribution.

Keywords: fire statistics, information and telecommunication systems, unauthorized access, survivability of information.

Согласно статистике гибели населения стран мира во время пожаров, что проводит сайт World Health Ranking [1], Украина находится на 57 месте среди 183 государств. По результатам проведенного специалистами Института государственного управления

и научных исследований с гражданской защиты анализа информации о пожарах [2] в Украине за 12 месяцев 2020 года зарегистрировано 101279 пожаров, на которых погибли 1728 человек, в том числе 46 детей. Данные статистики вызывают особое беспокойство и требуют разработки комплекса мероприятий по обеспечению безопасности людей, предотвращение пожаров, снижение материального ущерба в случае их возникновения, создание условий для успешного тушения пожаров. Большое значение при этом приобретают методы и средства мониторинга, прогнозирования и профилактики на основе современных информационных технологий и вычислительных комплексов.

Современные темпы развития информационных и телекоммуникационных технологий требуют от структурных подразделений Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям (ГСЧС Украины) высокого уровня защиты, конфиденциальности, достоверности, оперативности и целостности информации [3]. Доставка информации в процессе повседневной деятельности подразделений ГСЧС Украины, оперативное взаимодействие с органами государственного управления и местного самоуправления, другими министерствами и ведомствами сопровождаются сложными информационными процессами, большинство из которых имеют конфиденциальный характер.

Главным свойством любой информации является ее способность к движению в информационном пространстве. Любые вмешательства в информационное пространство государственных служб могут нанести значительный ущерб как безопасности людей, так и национальной безопасности в целом. Среди основных научно-практических задач современности особое место занимает обеспечение живучести информационных и телекоммуникационных систем ГСЧС Украины, то есть способности системы адаптироваться к непредсказуемым условиям функционирования, противостояние несанкционированного доступа при одновременной реализации основной функции.

Обеспечение информационных и телекоммуникационных систем ГСЧС Украины должно содержать такие средства, которые позволили бы определенным образом отреагировать на возникновение ситуаций, которые приводят к ухудшению функционирования в соответствии с установленным уровнем деградации с последующим восстановлением первоначальной эффективной работы в течение установленного времени [4]. На сегодня недостаточно изученными являются вопросы создания развитой теории, которая содержала бы общетехнические результаты, что позволяли бы исследовать живучесть информационных и телекоммуникационных систем ГСЧС Украины, оценивать ее количественно и разрабатывать практические рекомендации проектировщика сложных систем по обеспечению живучести.

Живучесть информации оценивается как вероятность того, что данная информация не будет повреждена при определенных условиях в течение определенного времени. Живучесть оценивается как [5]:

$$S_n(t) = 1 - F_{\text{loss}}(t) = 1 - \prod_{i=1}^n F_i(t),$$

где $F_{\text{loss}}(t)$ – вероятность разрушения информационного объекта; $F_i(t)$ – вероятность потери информации на i -том сервере за время t .

Следовательно, вероятность разрушения или уничтожения информационных объектов пропорциональна времени их существования, а время их разрушения, в свою очередь, имеет статистическое распределение. Можно считать целесообразным и обоснованным дальнейшее изучение модели со статистическим распределением потерь информационных объектов в информационных и телекоммуникационных системах ГСЧС Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fires Death Rate [Электронный ресурс] / World Health Rankings. URL: <https://www.worldlifeexpectancy.com/cause-of-death/fires/by-country> (дата обращения: 10.02.2020).

2. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2020 року. URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/ua/Analitichni-materiali.html> (дата обращения: 10.02.2020).
3. Мельник Р.П., Мельник О.Г., Чепурний Г.П. Підвищення інформаційної безпеки телекомунікаційної системи ДСНС України шляхом моніторингу інцидентів та оцінки ризику реалізації загроз безпеки. Наукові праці: науково-методичний журнал. Т. 283. Комп'ютерні технології. 2016. Вип. 271. С. 65–69.
4. Бачинський І.В., Дудикевич В.Б., Зачепило В.С., Пархуць Л.Т., Хома В.В., Яструбецький О.В. Термінологічний словник з інформаційної безпеки. Львів, 2005. 140 с.
5. Ланде Д.В., Фурашев В.М., Юдкова К.В. Основи інформаційного та соціально-правового моделювання: навч. посібник. К.: НТУУ «КПІ», 2014. 220 с.

УДК 681.17

ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО К ДЕЙСТВИЯМ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Колеров Д.А.

Балобанов А.А.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В статье рассмотрены существующие требования к боевой одежде пожарного, проведен их анализ и предложены рекомендации по модернизации для применения в условиях Арктической зоны.

Ключевые слова: боевая одежда пожарного, методика выбора пакета материалов, Арктическая зона.

THE CHOICE OF MATERIALS FOR BUNKER GEAR FOR ACTION IN THE ARCTIC ZONE

Kolero D.A.

Balobanov A.A.

Abstract. The article discusses the existing requirements for the bunker gear, analyzes them and offers recommendations for modernization for use in the Arctic zone.

Keywords: bunker gear, methodology for choosing a package of materials, the Arctic,

Усложнение условий работы пожарного, связанного с комплексом неблагоприятных погодных воздействий (низкие температуры, высокая влажность, сильные ветра, большое количество осадков, обширная площадь ледового поля, толстый снежный покров) арктической зоны требуют современного материально-технического оснащения сотрудников. В связи с этим повышается актуальность совершенствования боевой одежды пожарного (БОП). От правильности выбора материалов для экипировки пожарного зависит его жизнь и здоровье.

Необходимость выбора оптимальных материалов для боевой одежды пожарного связана с тем, что параметры окружающей среды в каждой ситуации различны и обусловлены следующими факторами: видом горючей нагрузки, метеорологической обстановкой, пожарной нагрузкой и физико-химическими свойствами горючего материала [1].

При работе в замкнутых пространствах или непосредственной близости к очагу возгорания пожарный принимает решение о времени нахождения в опасной зоне, основываясь на условия обстановки. В связи с этим повышается вероятность поражения пожарного опасными факторами пожара[2].

Для обеспечения должного уровня безопасности человека в условиях Арктической зоны необходимо использовать БОП I уровня защиты, типа У, которая призвана защищать от высокой температуры, тепловых потоков большой интенсивности и возможных выбросов пламени при работе в экстремальных ситуациях, возникающих при тушении пожара, проведении разведки и спасению людей.

Требования, предъявляемые к физико-механическим и теплофизическим показателям материала верха и пакета материалов БОП I уровня (согласно ГОСТ Р 53264-2009) изложены в таблице 1[3].

Таблица 1 – требования предъявляемые, к БОП I уровня

Наименование показателя	Значение показателя I уровня защиты
Поверхностная плотность, г/м ² , не более	400
Разрывная нагрузка: - по основе, Н, не менее - по утку, Н, не менее	1000 800
Сопротивление раздиранию: - по основе, Н, не менее - по утку, Н, не менее	80 60
Усадка после намокания и высушивания: - по основе, %, не более - по утку, %, не более	2,5 2,5
Водоупорность, мм вод. ст., не менее	80
Водонепроницаемость при статическом давлении 1000 мм вод. ст., мин, не менее	1
Устойчивость к многократному изгибу, циклов, не менее	100000
Морозостойкость, °С, не выше	минус 40
Жесткость, Н, не более	0,2
Прочность связи пленочного покрытия с основой: - по основе, Н/м, не менее - по утку, Н/м, не менее	400 300
Устойчивость к истиранию, циклов, не менее	5000
Кислородный индекс, % (об.), не менее	28
Усадка после нагревания: - по основе, %, не более - по утку, %, не более	5 5
Устойчивость к воздействию температуры окружающей среды до 300 °С, с, не менее	300
Устойчивость к контакту с нагретыми до 400 °С твердыми поверхностями, с, не менее	7
Устойчивость к воздействию открытого пламени, с, не менее	15
Устойчивость к воздействию теплового потока: - 5,0 кВт/м ² , с, не менее - 40,0 кВт/м ² , с, не менее	240 5
Теплопроводность, Вт/м°С, не более	0,06
Устойчивость к воздействию слабых (до 20 %) кислот и щелочей (H ₂ SO ₄ , HCl, KOH, NaOH), объем стока при нулевом проникновении, %, не менее	80
Время самостоятельного постсвечения люминесцентных накладок, мин., не менее	30

Использовать БОП I уровня для условий Арктической зоны в стандартной комплектации нельзя, так как конструктивные требования разрабатывались для условий среднего климата и не учитывались особенности, присущие Арктической зоне Российской Федерации. С целью создания БОП, которую можно будет использовать в Арктике по назначению, выполняя все технические требования по защите жизни и здоровья личного состава, необходимо повысить требования по некоторым позициям (таблица 2)[4].

Таблица 2 – предложения по модернизации БОП I уровня

Наименование показателя	Значение показателя I уровня защиты для Арктической зоны
Водоупорность, мм вод. ст., не менее	100
Водонепроницаемость при статическом давлении 1000 мм вод. ст., мин, не менее	2
Морозостойкость, °С, не выше	минус 50
Жесткость, Н, не более	0,15
Устойчивость к воздействию температуры окружающей среды до 300 °С, с, не менее	400
Устойчивость к контакту с нагретыми до 400 °С твердыми поверхностями, с, не менее	10
Устойчивость к воздействию открытого пламени, с, не менее	20
Теплопроводность, Вт/м°С, не более	0,04
Время самостоятельного постсвечения люминесцентных накладок, мин., не менее	120

Необходимость повышения требований к БОП обусловлена природно-климатическими условиями региона, а именно высокая относительная влажность (89-92%), низкие температуры (до -50°С), сильные ветра, большое количество осадков.

Таким образом, при модернизации существующих БОП до предлагаемых значений, достигается должный уровень защиты личного состава при работе в Арктической зоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусаров А.М., Кузнецов А.А., Н.М. Дмитракович Н.М. Прогнозирование температуры на внутренней поверхности пакета материалов боевой одежды пожарного при многоцикловом тепловом воздействии // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2012. №2, С.140 - 147.
2. Михайлов Е.С., Логинов В.И. Влияние температурно-влажностного режима внутреннего пространства термоагрессивостойких костюмов на их теплозащитные свойства // Пожарная безопасность. 2014. №1. С. 56- 62.
3. ГОСТ Р 53264-2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний. Национальный стандарт Российской Федерации. М.:Стандартинформ, 2009. 37 с.
4. Кузнецов А.А., Исследование изменения защитных свойств боевой одежды пожарных при многоцикловых эксплуатационных воздействиях // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2014. №2. С. 38 – 445

О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА ПРЕОБЛАДАЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ТУШЕНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ОГNETУШАЩИХ ПОРОШКОВ

Константинова А.С.

Поляков А.С., доктор технических наук, профессор

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Экспериментально установлены преобладающие механизмы тушения очага класса В при различных способах подачи огнетушащего порошка. На основании экспериментальных данных в методике испытаний порошков на огнетушащую способность выявлены допущения, которые могут повлиять на их результаты.

Ключевые слова: испытания огнетушащих порошков; огнетушащая способность; механизм тушения.

ON THE NECESSITY OF TAKING INTO ACCOUNT THE DOMINANT EXTINGUISHING MECHANISM WHEN TESTING EXTINGUISHING POWDERS

Konstantinova A.S.

Polyakov A.S., Grand PhD in Technical Sciences, Professor

Saint Petersburg University State Fire Service EMERCOM of Russia

Abstract. The prevailing mechanisms for extinguishing a class B hearth have been experimentally established with various methods of supplying fire extinguishing powder. On the basis of experimental data in the method of testing powders for fire extinguishing ability, assumptions are revealed that can affect their results.

Keywords: testing of fire extinguishing powders; fire extinguishing ability; extinguishing mechanism.

Огнетушащую способность порошковых составов определяют согласно п. 5.9 (для модельного очага класса В) ГОСТ Р 53280.4-2009 «Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 4. Порошки огнетушащие общего назначения. Общие технические требования и методы испытаний» [1]. Пункт 5.9.3 данного ГОСТа устанавливает следующий порядок проведения испытания: «... С помощью факела зажигают горючее в противне и выдерживают время свободного горения (60 ± 5) с. С расстояния ($2,0 \pm 0,5$) м начинают подачу порошка в очаг горения. В процессе тушения это расстояние может уменьшаться. Допускаются подача порошка в очаг горения с разных сторон и прерывание подачи порошка. Подачу порошка в очаг следует производить так, чтобы сплошное облако порошка начало распространяться над очагом от его ближнего борта с одной из сторон до другой, и при этом полностью перекрывать очаг по ширине в каждый отдельный момент тушения».

Нами проведен ряд модельных экспериментов по определению преобладающего механизма тушения очага порошковым составом в зависимости от способа его подачи. В экспериментах использованы очаги пожара двух оригинальных типов:

- 1 – круглые емкости диаметром 70 мм с растворителем-646 в качестве горючего;
- 2 – парафиновые свечи диаметром 5 мм с диаметром фитиля около 1 мм.

Эксперимент выполнен в 4 этапа:

1) тушение очага пожара с растворителем-646 порошком Вексон-АВСЕ, который подавали из модели огнетушителя в зону горения в горизонтальном направлении, расстояние от среза подающего устройства до очага составляло от 1 до 2 м, давление подачи - 0,5 МПа;

2) тушение очагов-свечей различными веществами: порошком Вексон-АВСЕ, песком строительным, мукой пшеничной высшего сорта; расстояние от среза модели огнетушителя до очагов - от 1 до 3 м с шагом 1 м;

3) тушение очагов-свечей струей воздуха без огнетушащего вещества; давление подачи – от 0,5 до 0,6 МПа, расстояние от модели огнетушителя до очагов – от 1 до 2 м с шагом 0,5 м;

4) тушение очага с растворителем-646 порошком Вексон-АВСЕ путем его свободного (без избыточного давления) высыпания в очаг через направляющую воронку; высота подачи 30 и 50 см. При этом направляющая воронка обеспечивала полное попадание порошка в очаг.

В результате экспериментов установлено:

- преобладающим механизмом тушения при прохождении огнетушащего вещества сквозь зону горения веществ в горизонтальном направлении является срыв пламени, что подтверждается успешным тушением очагов-свечей даже подачей пшеничной муки, которая является горючим веществом;

- определяющим фактором для реализации механизмов разбавления, охлаждения и ингибирования является полнота попадания массы порошка в очаг пожара. В ходе эксперимента установлено, что тушение очага может быть достигнуто вдвое меньшей массой порошка, чем расчетное значение [2].

Приведенные выше результаты экспериментальных исследований позволяют сделать вывод, что установленный ГОСТ Р 53280.4-2009 порядок проведения испытаний порошков на огнетушащую способность содержит ряд допущений различного характера, которые могут исказить результаты определения этой способности. К ним можно отнести:

- угол подачи порошка по отношению к поверхности горячей жидкости, который влияет на преобладающий механизм тушения (механический срыв пламени, охлаждение, ингибирование, разбавление);

- скорость ветра в момент проведения испытания, которая может оказывать влияние на полноту попадания огнетушащего порошка в очаг (п. 5.9.2 допускает ветер от 0 до 3 м/с);

- согласно п. 5.7.2, давление подачи порошка составляет (1,60+/-0,05) МПа, однако на практике давление в огнетушителях, находящихся в розничной продаже, находится в диапазоне 1,2-1,6 МПа и, как правило, составляет 1,4 МПа.

Кроме того, на результаты испытаний влияет субъективный фактор (квалификация и опыт оператора, коррупционная составляющая и др. – данные аспекты подробно рассмотрены в работе [3]).

Таким образом, результаты экспериментальных исследований приводят к выводу о необходимости совершенствования процедуры определения огнетушащей способности порошков, а именно учета при испытаниях факторов, влияющих на преобладающий механизм тушения: угла подачи порошка, скорости ветра и давления подачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 53280.4-2009 «Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 4. Порошки огнетушащие общего назначения. Общие технические требования и методы испытаний».
2. Порошок огнетушащий Вексон АВС 25 – Экохиммаш, продукция пожарно-технического назначения – Режим доступа <https://ecochim.ru/catalog/ognetushashchiye-poroshki/vekson-abc-25/> (дата обращения 12.01.2021).
3. Кожевин Д.Ф., Сорокин И.А., Поляков А.С. Об устранении субъективизма при проведении огневых испытаний огнетушителей // Материалы Международной научно-практической конференции «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» - СПб УГПС МЧС России (Санкт-Петербург). – 2019. – Стр. 305-310.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОПЕРАТИВНОГО ШТАБА ППУ МЧС РОССИИ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Корнилов А.А.

Погребов С.А., кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. На территории Арктической зоны происходят чрезвычайные ситуации (далее - ЧС) различного характера, масштабы которых, в большинстве случаев, носят огромный характер, что подразумевает под собой привлечение большого количества сил и средств. Для управления и координации большой группировкой сил на месте ЧС создается оперативный штаб, который позволяет оперативной собирать, обобщать и анализировать большие потоки информации с целью выработки дальнейшего управленческого решения. В условиях холода временной параметр выполнения различных операций носит ключевой характер.

Ключевые слова: оперативный штаб, Арктическая зона, МЧС России.

ORGANIZATION OF WORK OF THE OPERATIONAL HQ of the PPU EMERCOM OF RUSSIA IN THE CONDITIONS OF THE ARCTIC ZONE

Kornilov A.A.

Pogrebov S.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. Emergencies (hereinafter - ES) of various nature occur on the territory of the Arctic zone, the scale of which, in most cases, is of a huge nature, which implies the attraction of a large number of forces and means. To control and coordinate a large group of forces at the site of an emergency, an operational headquarters is created, which allows the operational headquarters to collect, generalize and analyze large flows of information in order to develop further management decisions. In cold conditions, the time parameter for performing various operations is a key.

Keywords: Operational headquarters, Arctic zone, EMERCOM of Russia.

В ходе развития социально-экономической политики РФ одним из перспективных направлений определено освоение Арктической зоны.

Согласно Указа президента «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» появляется необходимость развития сил и средств, а также методов и способов обеспечения безопасности на территории данной зоны силами МЧС России[3].

Особенностями Арктической зоны Российской Федерации, оказывающими влияние на формирование требований к обеспечению комплексной безопасности населения и территорий, являются:

а) экстремальные природно-климатические условия, включая постоянный ледовый покров или дрейфующие льды в арктических морях;

б) очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территорий и низкая плотность населения;

в) удаленность от основных промышленных центров, высокая ресурсоемкость и зависимость хозяйственной деятельности и 30 жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из других регионов России;

г) низкая устойчивость экологических систем, определяющих биологическое равновесие и климат Земли, и их зависимость даже от незначительных антропогенных воздействий.

К природным источникам чрезвычайных ситуаций в Арктике относятся: деградация вечной мерзлоты (таяние), обвалы, оползни; снежные лавины; наводнения, ледяные заторы, подвижка льдов; ландшафтные пожары; снежные бури, штормы; сильные ветры (ураганы) и гололедица.

В восточной части Арктической зоны России весьма серьезную потенциальную опасность для населения и экономики представляют землетрясения.

К потенциальным техногенным источникам чрезвычайных ситуаций в Арктике относятся: АЭС и реакторы судов атомного флота; разрывы на нефте-газопроводах; разливы и возгорание нефтепродуктов и газа; аварии на предприятиях добычи и переработки углеводородов, металлургической промышленности, энергетики, ЖКХ; кораблекрушения, аварии на железнодорожном, автомобильном, воздушном транспорте[1].

Кроме того, потенциальные опасности радиационного загрязнения в Арктической зоне могут возникнуть в связи с затоплением в 50–60 годах прошлого столетия в Баренцевом и Карском морях радиоактивных отходов, испытаниями ядерного оружия производимых ранее на Новой Земле.

Характерными видами чрезвычайных ситуаций в Арктическом регионе являются пожары в жилом и промышленном секторе. Уровень пожаров в промышленном секторе заполярных регионов значительно выше, чем в регионах умеренного климата.

Проанализировав основные причины возникновения ЧС на территории Арктической зоны, можно сделать вывод, что масштабы таких происшествий носят огромный характер и для их ликвидации приходится привлекать достаточное большое количество сил и средств, что в свою очередь влечет формирование на месте ЧС оперативных штабов.

Необходимо коснуться понятия «оперативный штаб».

Оперативный штаб на месте чрезвычайной ситуации – это временно формируемый, по решению руководителя ликвидации чрезвычайной ситуации (РЛЧС), штатный орган управления действиями по проведению аварийно-спасательных работ (АСР) на месте чрезвычайной ситуации (ЧС)[2].

При условиях низких температур и большой территории накладывается ряд ограничения на способы и методы проведения АСР, выбор маршрутов следования, организации мест отдыха и питания личного состава (при условии длительных работ на месте ЧС).

Как прописано в указе президента, в сфере обеспечения защиты населения и территорий Арктической зоны необходимо дальнейшее строительство и развитие комплексных аварийно-спасательных центров и пожарно-спасательных подразделений для ликвидации аварий и чрезвычайных ситуаций, что позволит нарастить группировку сил и средств МЧС России в Арктике, что, в свою очередь, позволит увеличить площадь покрытия и уменьшить время прибытия на место ЧС.

В качестве основного направления исследования выбран вектор сокращения времени прибытия, развертывания оперативного штаба на месте ЧС и обеспечения непрерывности работы, в установленных санитарных и трудовых условиях личного состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 года N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
2. Федеральный закон от 22 августа 1995 года N 151-ФЗ "Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей".
3. Указ президента «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ АСИ, ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

Королев С.Н.

Троянов О.М., кандидат военных наук, доцент

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В статье на примере пожарно-спасательного гарнизона рассмотрены вопросы подготовки личного состава, оснащения подразделений ГАСИ и реагирования на дорожно-транспортные происшествия.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, гидравлический аварийно-спасательный инструмент, дорожно-транспортные происшествия, первая помощь.

BASIC TYPES OF RESCUE TOOL, DEVICES AND EQUIPMENT.

Korolev S.N.

Trojanov O.M., PhD in Military Sciences, Associate Professor

Abstract. In the article, using the example of the fire and rescue garrison, the issues personnel training, equipping units rescue tool and response to road traffic accidents.

Keywords: vocational training, hydraulic rescue tool, road traffic accidents, first aid.

Для ведения аварийно-спасательных работ в ходе ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) для разборки транспортных средств, деблокировки и извлечения пострадавших и других работ применяются инструменты, приспособления и оборудование, а также ручные лебедки. Аварийно-спасательный инструмент, приспособления и оборудование, в частности гидравлический аварийно-спасательный инструмент (далее- ГАСИ).

В ходе рассмотрения вопроса применения ГАСИ при ликвидации ДТП и чрезвычайных ситуаций сотрудниками федеральной противопожарной службы государственной противопожарной службы МЧС России (далее ФПС ГПС МЧС России), особое внимание необходимо обратить на подготовку личного состава подразделений по материально-технической части оборудования и выполнения нормативов по применению ГАСИ, передовой опыт спасательных служб, а также неукоснительным соблюдением правил охраны труда при работе с оборудованием.

На примере Сочинского пожарно-спасательного гарнизона рассмотрим следующие вопросы:

Виды и типы ГАСИ стоящие на вооружении подразделений пожарной охраны, принципы их работы;

Подготовка личного состава - выполнение нормативов по разворачиванию пожарного и аварийно-спасательного оборудования, изучение принципа работы, характеристик и технической части оборудования.

За 2020 год силы и средства Сочинского пожарно-спасательного гарнизона привлекались 148 раз на ликвидацию последствий дорожно-транспортных происшествий. Согласно расписанию выездов, на ДТП диспетчером гарнизона направляется одно отделение на автоцистерне согласно района выезда подразделения, так же на место происшествия направляются спасательные службы (Южный региональный поисково-спасательный отряд МЧС России).

Для ликвидаций последствий ДТП на вооружении пожарно-спасательных частей состоит ГАСИ как отечественного, так и зарубежного производства, работающие как от ручного гидравлического насоса, так и от гидравлических насосных станций, с рабочим давлением от 25 до 80 Мпа.

Для ликвидации последствий ДТП применяются: ножницы, кусачки (резак), разжимы, расширительные ножницы, силовые цилиндры, домкраты.

Резаки предназначены для резки стоек крыши, порогов, узлов спинок сидений и различных поверхностей кузова автомобиля. При использовании данный инструмент располагается под углом 90 градусов к перерезаемой конструкции. В ходе резки инструмент может поворачиваться в любую сторону, следуя линии наименьшего сопротивления. Резаки производят работу двумя серповидными лезвиями, которые при раскрытии образуют с-образную зону, полуохватывающую разрезаемый предмет. Сжатие лезвий и резание происходит при прямом ходе поршня. Режущие кромки лезвий в большинстве случаев имеют две зоны: общую – для резания различных конструкций и предметов, входящих в зазор между лезвиями, и специальную (в виде корневой выемки) – для резки металлических прутков и арматуры. Корневая выемка максимально приближена к оси поворота лезвий, где развиваются наибольшие усилия.

Кусачки, в отличие от резака осуществляют операцию перекусывания, передавливанием различных элементов при движении режущей кромки ножей навстречу друг к другу встык.

Ножницы, имея удлиненные лезвия, как и резак, выполняют работу при прямом ходе поршня (реализация наибольших усилий). На некоторых моделях имеются заточенные зубья на внешней кромке лезвий, при помощи которых осуществляется вспарывание глухих металлических листов, создавая пространство для немедленного начала резки или расширения.

Расширитель-ножницы являются универсальным инструментом и, как правило, имеют удлиненное лезвие с прямой режущей кромкой, снабженные рядом выемок для удержания от выдавливания перерезаемого материала. Наружные концы лезвий имеют рабочие площадки с рифлениями для выполнения операций по расширению. У большинства моделей прямое движение поршня используется для резания и стягивания, а обратное относительно меньшим усилием – для расширения.

Комбинированные ножницы (кусачки, гидроклин) выполнены в виде жестко соединенных между собой узлов и агрегатов. Отсутствие гибких трубопроводов и разъемных соединений повышает надежность, сокращает время подготовки к работе, позволяет выполнять операции одному человеку.

Деблокирование осуществляется с целью устранения факторов, препятствующих оказанию медицинской помощи и извлечению пострадавших из деформированных транспортных средств. Четкие и слаженные действия при организации работы по ликвидации последствий ДТП, своевременное извлечение пострадавших и оказание первой доврачебной помощи способствует снижению смертности на дорогах.

При оказании медицинской помощи при ДТП применяются: перевязочные материалы, антисептические средства для обработки кожных покровов вокруг раны, кровоостанавливающие жгуты, шины, санитарные носилки, лямки к носилкам, емкости с питьевой водой, теплые одеяла (пледы), набор необходимых медикаментов. В рамках профессиональной подготовки на базе учебных центров ФПС ГПС личный состав проходит повышение квалификации санитарных инструкторов, что позволяет повысить уровень теоретических и практических знаний, и применения их в служебной деятельности.

В рамках профессиональной подготовки личного состава подразделений пожарной охраны, а также при проведении первичной и периодической аттестации подразделений на право проведения АСР предусмотрено выполнение нормативов по разворачиванию пожарного и аварийно-спасательного оборудования – 9.3 «Перекусывание стальной арматуры с помощью ГАСИ». Регулярная отработка данного норматива личным составом подразделений позволяет повысить навыки и уровень работы с ГАСИ при проведении аварийно-спасательных работ.

Так же в рамках профессиональной подготовки ежегодно проводятся соревнования на звание «Лучшая команда по ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий». В рамках данного мероприятия командами подразделений отрабатываются действия по ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, а именно применение ГАСИ, извлечение пострадавших из поврежденного транспортного средства и оказание первой помощи. Все действия оцениваются судьями, за каждое нарушение

начисляются штрафные баллы. Данные соревнования проводятся в два этапа, первый этап проходит в местных пожарно-спасательных гарнизонах и второй этап в территориальном пожарно-спасательном гарнизоне, что в целом положительно сказывается на подготовки личного состава в области применения ГАСИ при ликвидации ДТП.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 50982-2009 Техника пожарная. Инструкция для проведения специальных работ на пожаре. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. ГОСТ Р 51542-2000 инструмент аварийно-спасательный переносной. Классификация.
3. Руководство по ведению аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с комплектом «Типовых технологических карт разборки транспортных средств, деблокирования и извлечения пострадавших при ликвидации последствий ДТП» М.: МЧС России 2012. С. 24 – 28.
4. Первая медицинская помощь в чрезвычайных ситуациях. Под ред. Агапова В.К. – М.: ВЦМК «Защита» 1995. С. 119.
5. С.К. Шойгу, М.И. Фалеев, Г.Н. Кириллов, В.И. Сычев, В.О. Капканшиков, А.Ю. Виноградов, С.М. Кудинов, С.А. Ножевой, А.Ф. Неживой. «Учебник спасателя» Под общей редакцией Ю.Л. Воробьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар 2002. С. 334 - 336.
6. Организация и ведение аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествии. Учебник для подготовки спасателей. М.: МЧС России, 2008. С. 32 – 39.

УДК 614.846.63:681.586.7

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ УГЛОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЦИСТЕРН ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ ДВИЖЕНИЯ ПОВТОРНО-ПЕРЕМЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЯХ

Короткевич С.Г.

Ковтун В.А., доктор технических наук, профессор

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Представлена методика расчета на прочность угловых сварных соединений цистерн при возникающих в процессе эксплуатации повторно-переменных напряжениях. Результаты расчета позволяют наиболее эффективно оценивать возникающие напряжения в процессе эксплуатации пожарных автомобилей, что обеспечивает выработку научно-обоснованных изменений в конструкции с целью повышения ее запаса прочности.

Ключевые слова: пожарный автомобиль, цистерна, запас прочности, угловое сварное соединение, механическое напряжение.

FEATURES OF CALCULATION OF THE STRENGTH OF ANGULAR WELDED JOINTS OF FIRE TRUCK RECTANGULAR TANKS AT REPEATING VARIABLE STRESSES ARISING DURING MOVEMENT

Korotkevich S.G.

Kovtun V.A., PhD in Engineering Science, Professor

Abstract. The paper presents a method for calculating the strength of angular welded joints of tanks during transition in the process of repeated stresses. The calculation results are the most effective to assess the stress during the operation of fire trucks. The results ensure the development of scientifically based design changes in order to increase its safety factor.

Keywords: fire truck, tank, safety factor, angular welded joints, mechanical stress.

К основным транспортным средствам специального назначения относится пожарная автоцистерна. При производстве цистерн современных пожарных автомобилей форма прямоугольного сечения получила наибольшее распространение. Это обусловлено тем, что установка таких цистерн позволяет более полно использовать ширину шасси, способствует снижению центра массы автомобиля и обеспечивает оптимальное расположение большого количества перевозимого аварийно-спасательного оборудования [1]. Ежедневная эксплуатация пожарных автомобилей связана с необходимостью оперативного движения к месту возникающих чрезвычайных ситуаций, что оказывает циклические повторно-переменные нагрузки в режимах «ускорение», «торможение», «поворот». Одной из наиболее часто встречающихся причин ремонта пожарных автомобилей является нарушение герметичности цистерны по причине разрушения сварного шва. В результате обследований и проведения ремонтных работ установлено, что основными местами, подверженными появлению течи цистерн, являются угловые сварные соединения ее стенок.

Запас прочности по переменным напряжениям в расчете угловых сварных соединений определяется по формуле [2]:

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1} - \Psi_{\sigma} \tau_m}{\tau_a K_{\sigma}}, \quad (1)$$

где τ_{-1} – предел выносливости;

τ_a – амплитуда цикла;

τ_m – среднее напряжение цикла (для отрицательных циклов принимается по модулю);

K_{σ} – коэффициент, учитывающий совместное влияние концентрации напряжений, качества обработки поверхности и размеров детали;

Ψ_{σ} – коэффициент, учитывающий влияние асимметрии цикла на предел выносливости.

Расчет на действие осевого усилия относительно соединяемых стенок цистерны проводят с учетом того, что напряжения распределяются по длине шва равномерно. В случае прямого шва прочность проверяется по формуле, как при растяжении, которая записывается в виде [3]:

$$\sigma = \frac{F}{A_{\text{шва}}} \leq [\sigma], \quad (2)$$

где σ – действующее напряжение;

$[\sigma]$ – предельное напряжение;

$A_{\text{шва}}$ – площадь разрушения сварного шва (разрыв);

F – действующая сила.

При расчетах сварных швов наплывы не учитываются, а считается, что в разрезе угловой шов имеет форму прямоугольного равнобедренного треугольника и разрушение шва происходит по его минимальному сечению $A_{\text{шва}}$, площадь разрушения которого определяется по формуле:

$$A_{\text{шва}} = k \cdot l_w \cdot \sin(45^\circ), \quad (3)$$

где $A_{\text{шва}}$ – площадь разрушения шва (сдвиг);

l_w – длина сварного шва;

k – катет сварного шва, значение которого в большинстве случаев принимается равным толщине свариваемых деталей.

В процессе эксплуатации угловые сварные соединения испытывают деформацию сдвига. Сдвигом называют деформацию, представляющую собой искажение первоначально прямого угла малого элемента бруса под действием касательных напряжений τ . Развитие этой деформации приводит к разрушению, называемому срезом. В угловых сварных соединениях все внешние нагрузки приводятся к центру масс сварного шва. Кроме того, при определении напряжений сам угловой шов рассматривается как менее прочный, чем основной металл. При этом используется принцип независимости действия сил

с последующим суммированием напряжений от действий каждого силового воздействия с учетом взаимного нахождения возникающих напряжений в шве [3]. С учетом вышесказанного, при действии возникающих касательных напряжений от действия силы F , условие прочности на срез можно записать следующим образом:

$$\tau_c = \frac{F}{A_{\text{шва}}} = \frac{F}{\sin(45^\circ) \cdot k \cdot l} \approx \frac{F}{0,7 \cdot k \cdot l} \leq [\tau_c], \quad (4)$$

где $[\tau_c]$ – допускаемое напряжение на срез.

В соответствии с СП 16-13330-2011 [4], расчет сварного соединения с угловыми швами при действии силы F , проходящей через центр тяжести соединения, выполняется на срез (условный). При этом необходимо осуществить проверку условия: при $\beta_f \cdot R_{wf} / \beta_z \cdot R_{wz} \leq 1$ расчет проводится по металлу шва по формуле (5), если полученное значение больше 1, то по металлу границы сплавления по формуле (6):

$$\frac{F}{\beta_f \cdot k \cdot l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} \leq 1; \quad (5)$$

$$\frac{F}{\beta_z \cdot k \cdot l_w \cdot R_{wz} \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (6)$$

где l_w – расчетная длина швов в сварном соединении, равная суммарной длине всех его участков за вычетом по 1 см на каждом непрерывном участке шва;

β_f и β_z – коэффициенты, зависящие от технологии сварки и катета шва;

R_{wf} – расчетное сопротивление углового шва;

R_{wz} – нормативное сопротивление проката;

γ_c – коэффициент условий работы.

В дальнейшем выбирается менее прочное сечение и, зная длину сварного шва и его катет, в соответствии с формулами (5) и (6) определяется предельно допустимое значение силы F . Далее по формуле (4) определяется допускаемое напряжение на срез для углового сварного соединения, которое принимается в качестве предела выносливости. При этом амплитуда τ_a и среднее напряжение цикла τ_m определяются методом тензометрии путем установки двух или трехэлементных розеток в областях угловых сварных соединений цистерн [5].

Расчет на прочность угловых сварных соединений цистерн при возникающих повторно-переменными напряжениями позволяет наиболее эффективно оценивать действующие нагрузки в процессе эксплуатации пожарных автомобилей. Результаты исследований серийной и модернизированной цистерн объемом 5 м³ пожарного автомобиля на шасси МАЗ-5337, проведенные в соответствии с данной методикой, позволили подтвердить увеличение запаса прочности модернизированной конструкции на 27–32 %, что обеспечило значительное увеличение ее межремонтного периода в процессе эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная техника. Издание третье : учебник / М.Д. Безбородько [и др.] ; под ред. М.Д. Безбородько. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2015. – 580 с.
2. Иосилевич Г.Б. Детали машин: Учебник для студентов машиностроит. спец. вузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
3. Скойбеда, А.Т. Детали машин. Теория и расчет : учебно-методическое пособие / А.Т. Скойбеда, В.А. Агейчик, И.Н. Кононович. – Минск, БГАТУ, 2014. – 372 с.
4. СП 16-13330-2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*[Электронный ресурс]. Москва, 2011. – Режим доступа: <https://dwg.ru/dnl/13659>. Дата доступа 22.12.2020 г.
5. Мисуно, О.И. Механика материалов : лабораторный практикум / О.И. Мисуно, Д.Н. Колоско, С.А. Легенький. – Минск : БГАТУ, 2010. – 108 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЦИСТЕРН ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ОПЕРАТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ К МЕСТУ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Короткевич С.Г.¹, Никитин О.В.²

Ковтун В.А., доктор технических наук, профессор

¹Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

²Белорусский государственный университет транспорта

Аннотация. С применением подходов адаптивного компьютерного моделирования проведены исследования напряженно-деформированного состояния цистерны пожарного автомобиля. Представлено описание создания конечно-элементной модели и методика ее расчета.

Ключевые слова: пожарный автомобиль, цистерна, компьютерное моделирование, напряженно-деформированное состояние.

MODELING OF THE STRESS-STRAIN STATE OF FIRE TRUCK TANKS UNDER OPERATIONAL TRAFFIC CONDITIONS TO THE PLACE OF PRODUCTION OF EMERGENCIES

Korotkevich S.G., Nikitin O.V.

Kovtun V.A., Grand PhD in Engineering Science, Professor

Abstract. Using the approaches of adaptive computer modeling, the study of the stress-strain state of the fire truck tank was carried out. The description of the creation of a finite element model and the method of its calculation are presented.

Keywords: fire truck, tank, computer simulation, stress-strain state.

Сложившаяся в настоящее время тенденция повышения полезного объема при одновременном снижении материалоемкости за счет применения тонкостенных конструкций чешонанного сечения при производстве цистерн пожарных автомобилей приводит к существенному повышению уровня напряженно-деформированного состояния всей конструкции. При движении пожарного автомобиля стенки цистерны испытывают большие нагрузки, передаваемые через раму шасси и зависящие от характера рельефа местности, а также от динамического воздействия перевозимой жидкости. Комплексное воздействие указанных факторов вызывает течь в конструкции цистерн по причинам образования усталостных трещин в сварных швах. Одним из путей решения данной проблемы является научно-обоснованное проектирование конструкций цистерн пожарных автомобилей, что является сложной технической задачей.

Исследования проведены для одной из наиболее распространенных на территории Республики Беларусь модели пожарного автомобиля на шасси МАЗ-5337 с объемом цистерны 5 м³. Конструкция цистерны представляет собой емкость прямоугольного сечения, образованного передней, задней, боковыми, верхней и нижней стенками. Внутри расположены ребра жесткости, продольные и поперечные волноломы. Для оценки напряженно-деформированного состояния применен методологический подход, включающий в себя работы по экспериментальному определению возникающих виброускорений на стенках цистерн, а также разработку и расчет конечно-элементных

моделей в программном комплексе ANSYS [1]. При создании конечно-элементных моделей цистерн учитываются физико-механические характеристики применяемых в конструкции материалов. Оптимальной формой элемента дискретизации принят гексаэдр (метод Hex Dominant). Для связи элементов компьютерной модели использовался связанный (Bonded) контакт. Контактная задача решалась расширенным методом Лагранжа. В качестве граничных условий принято, что гидростатическое давление на стенки цистерн действует по осям XYZ и зависит от режима движения пожарного автомобиля; действует земная гравитация $a_g=9,8 \text{ м/с}^2$; принято жесткое закрепление конструкции по нижней части лонжеронов; добавляются узловые силы, эквивалентные массовым силам инерции, которые зависят от виброускорения $a_{(t)}=a_{max}$. Между дном цистерны и лонжеронами в конечно-элементной модели расположены демпфирующие элементы, выполненные из резины. В результате расчета получены графические изображения полей распределения эквивалентных напряжений по Мизесу (рисунок 1) [2].

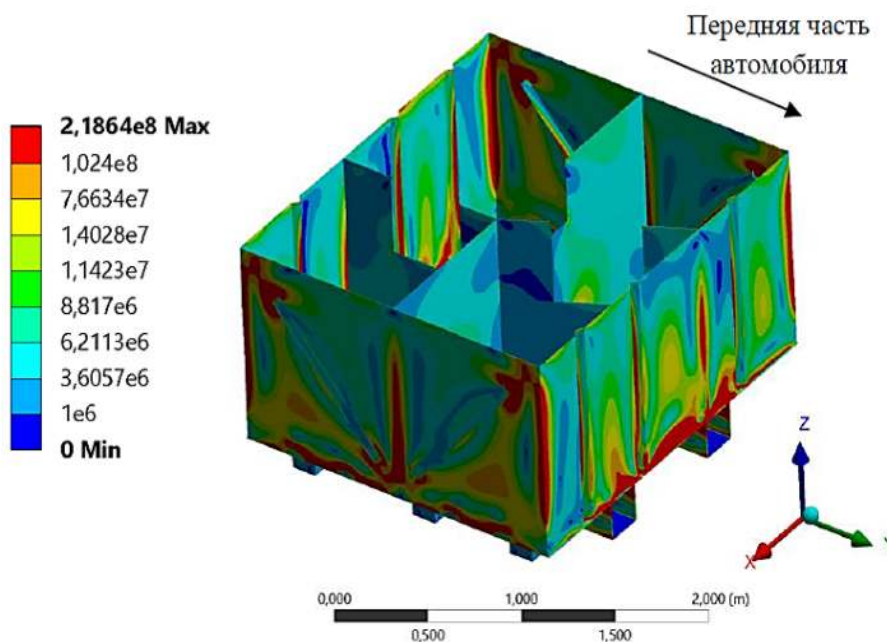


Рисунок 1. – Модель распределения полей эквивалентных напряжений по Мизесу в конструкции серийной цистерны пожарного автомобиля при движении по проселочной дороге с чередующимися неровностями и перепадами высот со скоростью 20–30 км/ч, Па

В расчете принимается, что конечные элементы, *которые условно обозначим e_i* , взаимодействуют только через общие узлы. Внутренние распределенные силы, действующие по границам конечного элемента, заменяются статически эквивалентными узловыми силами, составляющими вектор узловых сил $\{F\}_e$ конечного элемента. Внешние распределенные массовые и поверхностные силы, действующие на конечный элемент, приводятся к статически или энергетически эквивалентным узловым силам, образуя соответственно векторы $\{P\}_e^s$ и $\{P\}_e^q$. К эквивалентным узловым силам также приводятся начальные деформации (вектор $\{P\}_e^{\varepsilon_0}$) и начальные напряжения $\{P\}_e^{\sigma_0}$. Матричное уравнение жесткости конечного элемента имеет вид [3]:

$$[K]_e \{U\}_e = \{F\}_e + \{P\}_e^q + \{P\}_e^s + \{P\}_e^{\varepsilon_0} + \{P\}_e^{\sigma_0}, \quad (1)$$

где $[K]_e$ – матрица жесткости конечного элемента, состоящая из коэффициентов жесткости;

$\{U\}_e$ – вектор узловых перемещений конечного элемента.

Напряжения в конечном элементе определяются по закону Гука:

$$\{\sigma_e\} = \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix}, \quad (2)$$

где $\{\sigma_e\}$ – напряжение конечного элемента;

σ_x, σ_y – нормальные напряжения;

τ_{xy} – касательное напряжение, действующее на площадке, перпендикулярной оси x и направленное вдоль оси y .

Эквивалентное напряжение определяется через главные напряжения следующим образом [4]:

$$\sigma_{\text{экв.}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}, \quad (3)$$

где $\sigma_{\text{экв.}}$ – эквивалентные напряжения по Мизесу;

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – главные напряжения.

В результате разработаны конечно-элементные модели цистерн пожарных автомобилей, адаптированные к различным эксплуатационным режимам и позволяющие исследовать формирование и распределение полей напряжений в конструкции, прогнозировать места их вероятного разрушения и обосновывать внесение изменений в конструкцию. Проведенный комплекс исследований позволил разработать запатентованные конструкции цистерн пожарных автомобилей [5–6], которые внедрены в аварийно-спасательные подразделения МЧС Республики Беларусь, что обеспечило снижение возникающих при эксплуатации механических напряжений на 30–40 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика динамического моделирования напряженно-деформированного состояния элементов и узлов конструкций оболочечного типа. – Гомель: ГФ УГЗ МЧС РБ, 2017. – 10 с. – от 24.07.2017 г.
2. Ковтун, В.А. Исследование влияния геометрических параметров элементов конструкции цистерны на ее прочностные характеристики при модернизации пожарных автомобилей / В.А. Ковтун, С.Г. Короткевич // Вестник Ун-та. граждан. защиты МЧС Беларуси. – 2020. – Т.4, № 3. – С. 316–327.
3. Бруяка, В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench : учеб. пособие / В.А. Бруяка, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова, Н.А. Елазунова, И.Е. Адеянов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 271 с.
4. Скойбеда, А.Т. Детали машин. Теория и расчет : учебно-методическое пособие / А.Т. Скойбеда, В.А. Агейчик, И.Н. Кононович. – Минск, БГАТУ, 2014. – 372 с.
5. Пожарная цистерна : полез. модель ВУ 11787 / В.А. Ковтун, С.Г. Короткевич, В.Н. Пасовец. – Опубл. 30.10.2018.
6. Цистерна пожарного автомобиля : полез. модель ВУ 12486 / В.А. Ковтун, С.Г. Короткевич. – Решение по заявке 15.07.2020.

ПРИМЕНЕНИЕ АБСОРБИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПОТОКА ОПАСНОЙ ПРИМЕСИ

Котов Г.В., кандидат химических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Водяные завесы, используемые в ходе ликвидаций чрезвычайных ситуаций с выбросом опасных химических веществ, характеризуются достаточно низкой абсорбционной активностью, не превышающей 0,15. Применение абсорбирующих растворов целесообразно только при обеспечении их рециркуляции.

Ключевые слова: выброс опасного химического вещества, завесы, абсорбция примеси.

APPLICATION OF ABSORBENT SUBSTANCES TO DISINFECT THE FLOW OF HAZARDOUS MIXTURES

Kotov G.V., PhD in Chemical Sciences, Associate Professor

Abstract. Water curtains used in the course of liquidation of emergencies with the release of hazardous chemicals are characterized by a fairly low absorption activity, not exceeding 0.15. The use of absorbent solutions is advisable only if they are recirculated.

Keywords: release of a hazardous chemical substance, curtains, absorption of impurities.

В условиях чрезвычайной ситуации с выбросом опасных химических веществ наибольшую угрозу представляет образование паровоздушного облака, распространяющегося в приземном слое воздуха под действием ветра. В результате распространения потока зараженного воздуха формируется фактическая зона заражения, в пределах которой возникают условия токсичного поражения людей и заражения окружающей среды.

В ходе ведения аварийно-спасательных работ основным способом влияния на распространение опасной примеси является постановка завес, препятствующих ее переносу с потоками воздуха. Существует большое количество разнообразных методик, описывающих порядок ведения аварийно-спасательных работ, в которых, зачастую, указывается на применение абсорбирующих растворов для обеззараживания газо-воздушного потока.

В ходе проведенных исследований установлено, что жидкостные завесы обладают сравнительно низкой абсорбционной способностью даже при условиях высокой растворимости примеси в воде или используемом растворе. В условиях распространения примеси плохо растворимой воде, такой как хлор или пары углеводородного топлива, абсорбционной активностью водяных завес можно пренебречь. Поглощательная способность завес при условии хорошей растворимости примеси в используемой жидкости не превышает 15 % [1].

Низкая абсорбционная активность завес указывает на то, что использование химических реагентов для их постановки также не принесет ожидаемого эффекта. Прежде всего, это связано с низким значением абсолютного количества связываемой примеси.

При этом следует учитывать экономическую составляющую проблемы использования химических реагентов в качестве активных компонентов завесы. Кроме этого, при использовании раствора реагента в качестве рабочего вещества завесы он безвозвратно теряется после однократного применения и, попадая во внешнюю среду, реагенты сами становятся загрязнителями.

Выходом из сложившейся ситуации может быть использование устройств, обеспечивающих рециркуляцию абсорбирующего раствора. Разработано устройство для

очистки воздуха от токсичной примеси, в частности, от паровой, газовой, парогазовой и аэрозольно-дисперсной фазы химически опасных веществ при их выбросе в окружающую среду [2]. В данном устройстве могут быть использованы растворы любых нейтрализующих веществ, способных активно взаимодействовать с опасной примесью. Устройство может применяться в условиях ликвидации последствий чрезвычайной ситуации для локальной (частичной) или полной очистки воздуха.

Эффективно применять абсорбирующие растворы можно при их тонкодисперсном распылении в закрытых помещениях, как показано в [1]. Целесообразно в данном случае использование гетерофазных распылителей импульсного действия, работающих при одновременной подаче воды и сжатого воздуха в объем распылителя, совмещенный с ресиверной частью. Импульсное истечение происходит в результате периодического переключения сопла потоком жидкости [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Котов, Г.В. Чрезвычайные ситуации с выбросом (проливом) опасных химических веществ: использование завес при ликвидации последствий : монография / Г.В. Котов. – Минск : КИИ, 2015. – 232 с.
2. Устройство для обеззараживания воздуха при выбросах химически опасных веществ : пат. 5533, Респ. Беларусь : МПК (2006) В 01 D 53/00 / Г. В. Котов, В. В. Смоляков ; дата публ.: 30.08.09.
3. Котов, Г.В. Распылители импульсного действия для создания водяных завес / Г.В. Котов // Интернет-журн. «Технологии техносферной» безопасности. – 2012. – № 4. – 9 с.

УДК 677.494.675

АКТИВАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИАМИДНЫХ ВОЛОКОН ПЕРЕД ХИМИЧЕСКИМ ЗАКРЕПЛЕНИЕМ НЕОРГАНИЧЕСКОГО АНТИПИРЕНА

Криваль Д.В.

Рева О.В., кандидат химических наук

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Исследовано влияние состава растворов травления и активации поверхности полиамидных волокон на количество закрепленного на них неорганического металлофосфатного замедлителя горения и, соответственно, огнестойкость.

SURFACE ACTIVATION OF POLYAMIDE FIBERS BEFORE THE CHEMICAL FIXING OF INORGANIC ANTIPYRENE

Kryval D.V.

Reva O.V., PhD in Chemical Sciences, Associate Professor

Abstract. The influence of composition the etching and surface activation solutions of polyamide fibers on to amount of inorganic metal-phosphate flame retardant attached to them and, accordingly, their fire resistance has been investigated.

Поверхностная огнезащитная обработка готовых синтетических волокон и тканей является наиболее распространенным и технически простым методом. Однако в случае

полиамидных волокон с гладкой, химически инертной поверхностью эффективные нетоксичные антипирены – азот и фосфорсодержащие неорганические соединения [1] – не закрепляются на изделии в достаточных количествах. Нами был разработан метод химической пришивки антипирена к поверхности полиэфирного материала с использованием коллоидных частиц соединений Sn(II) [2,3]; и установлено, что доминирующее влияние на устойчивость огнезащитной обработки к стирке оказывает состав раствора предварительного травления, обеспечивающий создание на поверхности полиэфира активных групп. В меньшей степени на прочность огнезащитной обработки влияет состав активирующего раствора SnCl_2 , в котором на протравленной поверхности формируется медиативный слой наноразмерных коллоидных частиц.

В данной работе было изучена возможность химической прививки нетоксичного неорганического металлофосфатного антипирена к поверхности полиамидного волокна, отличающегося химической природой моновена, и влияние условий огнезащитной обработки на ее эффективность. Предварительное травление полимера предназначено для гидрофилизации его поверхности, без чего невозможна сорбция активных частиц из водных растворов и суспензий неорганических реагентов; формирования микрошероховатости поверхности для реализации механизма физической адсорбции; а также дозированного создания активных функциональных групп, прочно связанных с основной полимерной цепью. Поскольку полиамид является химически стойким полимером, а основная задача – не разрушить его поверхность, а только частично раскрыть имидные и карбонильные связи, нами были изучены как кислые и щелочные растворы травления, так и нейтральные растворы органических веществ, Табл., способные продуцировать образование аминок- и карбоксильных группировок на поверхности полиамида.

В результате травления полиамидных волокон их поверхность гидрофилизуется и становится полностью смачиваемой в водной дисперсии аммонийных металлофосфатов с добавками ионов многовалентных металлов.

Экспериментально установлено, что после пропитки в огнезащитной композиции количество антипирена, сорбирующегося на поверхности полиамидных волокон составляет 0,0028-0,0076 мг/мм²; оно максимально при использовании растворов травления № 1 (HCl - 10%) - 0,0076 мг/мм² и № 2 (H₂SO₄ – 10%) - 0,0048 мг/мм². Однако после гидролизной обработки модифицированного замедлителем горения волокна становится ясно, что прочное сцепление неорганической огнезащитной композиции с поверхностью полиамида отсутствует, и практически весь антипирен вымывается при стирке. Таким образом, физическая адсорбция замедлителя горения не обеспечивает водостойкости обработки, а для прочной хемосорбции компонентов замедлителя горения стадии только травления полимера, т.е. создания на его поверхности раскрытых функциональных групп, явно недостаточно. Следовательно, либо концентрация этих групп не единице площади поверхности полиамидных волокон слишком незначительна, либо, как это часто наблюдается в процессах химической микросборки, эти группы должны быть усилены многозарядными ионами и комплексами, способными к образованию мостиковых связей. Существенное увеличение концентрации активных групп путем корректировки времени травления и температуры растворов представляется маловероятным, поскольку при повышенных температурах и длительных обработках происходит разрушение приповерхностного слоя полимера с его отслаиванием. Таким образом, перспективным может быть введение стадии сенсibilизации, т.е. активации полученных при травлении функциональных групп наноразмерными коллоидными частицами и ионами многовалентных металлов.

При введении в огнезащитную обработку стадии промежуточной активации протравленного полиамида в органозолях двухвалентного олова во всех случаях наблюдается не только существенное увеличение сорбции неорганического замедлителя горения на поверхности волокна, но и принципиальный качественный переход: после стирки волокна на его поверхности сохраняется от 5 до 38 % огнезащитной композиции, Табл.

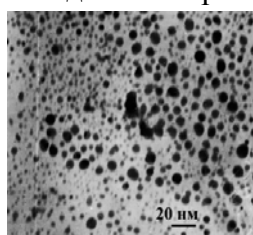
Таблица – Данные по привесу металлофосфатного огнезащитного состава на полиамидном волокне с промежуточной активацией в этанольных растворах SnCl_2

Раствор травления	Δm после стирки, %					
	SnCl_2 без добавок	Добавка этилендиамин	Добавка $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Добавка триэтанол-амин	Добавка диметил-этанол-амин	Добавка диметил-амин
HCl 10%	15,9	23,97	39,06	39,05	38,97	21,16
H_2SO_4 10 %	14,6	11,43	17,11	19,96	16,17	17,82
CH_3COOH 10 %	12,93	19,91	12,80	15,89	15,45	19,33
Формалин 3 %	2,46	3,45	12,23	18,75	7,77	13,95
Фенол 20 г/л	1,80	6,95	8,94	12,36	10,02	9,16
H_3PO_4 10 %	6,47	4,65	2,53	6,49	8,47	5,59
NH_3 25%	0	4,10	-1,24	6,25	0	1,57
KOH 10%	1,35	2,26	0	6,80	0	1,67

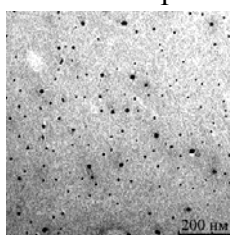
Анализ полученных экспериментальных данных позволяет утверждать, что в случае полиамидного волокна, также как и полиэфирного, состав активирующего раствора SnCl_2 хотя и оказывает некоторое влияние на количество и прочность привязки к полимеру замедлителя горения, но существенно меньшее, чем состав композиции предварительного травления; хотя сама стадия активации является принципиально необходимой. Так, максимальное количество закрепившегося после стирки на поверхности полиамидных волокон металлофосфатного нетоксичного неорганического антипирена (при использовании стандартного раствора SnCl_2 без добавок) характерно для материалов, обработанных 10% раствором HCl ; в несколько меньшей степени – 10% растворами H_2SO_4 и CH_3COOH , Табл. В этих случаях на прошедшем стирку волокне сохраняется до 15 масс. % огнезащитной композиции. Все другие растворы травления не обеспечивают сохранение замедлителя горения на полиамидном волокне более 5-8 %. Наименьшее закрепление неорганического антипирена на поверхности полиамидных волокон происходит в случае щелочных растворов травления: 25% NH_3 и 10 % KOH , Табл., причем часто замедлитель горения после щелочного травления полностью вымывается при стирке. По всей вероятности, щелочные растворы травления либо малоактивны по отношению к образованию функциональных групп, либо вызывают разрыхление поверхностного слоя полиамида, который при дальнейших обработках механически смывается вместе с сорбированными реагентами.

Известно, что наилучшую активацию твердой полимерной поверхности обеспечивают те растворы SnCl_2 , в объеме которых находится большое количество мелких (3-15 нм) коллоидных частиц. Модификация состава коллоидных растворов SnCl_2 различными аминсоединениями, которые способствуют формированию и стабилизации большого количества мелких коллоидных частиц может увеличить закрепление антипирена на полиамиде до 20-24 масс. %, Табл., однако при использовании тех же кислых растворов травления.

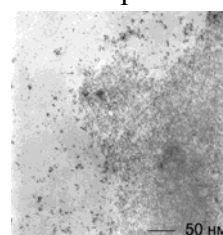
Исследованием серии водных и спиртовых коллоидных растворов SnCl_2 с разными стабилизирующими добавками и сроками хранения было найдено, что при соблюдении оптимального диапазона размеров и концентрации коллоидных частиц в объеме раствора SnCl_2 (не менее 70 % частиц имеют размеры 3-15 нм), Рис., количество закрепленного на полиамиде антипирена определяется составом раствора предварительного травления.



ВОДНЫЙ



ВОДНО-СПИРТОВОЙ



ИЗПРОПАНОЛЬНЫЙ

Рисунок – Электронно-микроскопические фотографии частиц в объеме растворов SnCl_2 оптимальных состава и срока хранения

Таким образом, важнейшим условием успешности огнезащитной обработки полимерных волокон различной химической природы (полиамида и полиэфира) является создание на их поверхности при травлении значительного количества активных функциональных групп определенного состава, с которыми в дальнейшем происходит последовательное химическое взаимодействие компонентов раствора активации и неорганической огнезащитной композиции.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Богданова, О.И. Кобец // Исследование огнезащитной эффективности составов на основе аммонийных фосфатов двух- и трехвалентных металлов в зависимости от условий получения Журн. прикл. Химии. – 2014.– Т 87, Вып.10. – С. 1385–1399.
2. Рева О.В., Богданова В.В., Шукело З.В. Химическая привязка огнезащитных композиций к полиэфирной матрице // Свиридовские чтения: Сб. статей.- Вып. 9.– Мн.: БГУ, 2013.– С. 158-168.
3. О.В. Рева, А.С. Лукьянов Определение оптимального метода создания наноструктурированных композиций на основе полиэфирных матриц, обладающих перманентной огнестойкостью // Вестник КИИ МЧС.– 2015. –№ 2 (22). – С.35-43.

УДК 629.73

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ИНТЕРЕСАХ МЧС РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Кудласевич К.Ф.

Беляев Д. А.

Белорусская государственная академия авиации

Аннотация. Рассматриваются вопросы применения беспилотных летательных аппаратов при решении задач, возложенных на МЧС Республики Беларусь. Анализируются преимущества беспилотной авиации при выполнении работ по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Ключевые слова: авиация, беспилотные летательные аппараты, целевая нагрузка, мониторинг.

THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE INTERESTS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Kudlasevich K.F.

Beliaueu D. A.

Belarusian State Academy of Aviation

Abstract. The article deals with the use of unmanned aerial vehicles in solving tasks assigned to the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus. The advantages of unmanned aircraft in the performance of work on the prevention and elimination of natural and man-made emergencies are analyzed.

Keywords: Aviation, unmanned aerial vehicles, target load, monitoring.

Современная авиация с ее преимуществом в скорости, надежности и безопасности стала незаменимой в удовлетворении экономических, политических, культурных интересов государств и отдельных лиц. Неоспоримы преимущества авиации при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Авиация – это та основа, на которой должна строиться мобильность и эффективность действий сил МЧС Республики Беларусь.

В настоящее время для решения задач с использованием авиационной техники в структуре МЧС Республики Беларусь имеется специализированное подразделение – ГААСУ «Авиация». Предприятие было создано в целях авиационного обеспечения экстренного реагирования на возникающие чрезвычайные ситуации, оперативной и плановой деятельности МЧС, проведения специальных поисково-спасательных операций (работ) удовлетворения других общественных потребностей. А с декабря 2016 года в структуре ГААСУ «Авиация» МЧС Беларуси организован отдел применения беспилотных авиационных комплексов.

Беспилотная авиация находит широкое применение для решения специальных задач, когда использование пилотируемой авиации невозможно или экономически невыгодно. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволяет дистанционно, без участия человека и, не подвергая его опасности, проводить мониторинг ситуации на достаточно больших территориях в труднодоступных районах на относительно выгодных экономических условиях.

Обозначим некоторые перспективные направления применения БПЛА при выполнении работ по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера:

- оперативный осмотр труднодоступных участков местности;
- наблюдение за различными участками суши и водной поверхности;
- определение последствий стихийных бедствий и катастроф;
- выявление очагов лесных и торфяных пожаров;
- выполнение поисковых работ;
- информирование населения при наводнениях, пожарах или других стихийных бедствиях и техногенных катастрофах;
- мониторинг потенциально опасных объектов.

Решение вышеозначенных задач возможно благодаря тому, что даже небольшие беспилотные авиационные комплексы видеомониторинга местности (например, серии «Бусел М» РУП «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» НАН Беларуси) в зависимости от установленной целевой нагрузки способны осуществлять фото, видео, инфракрасную или мультиспектральную съемку в светлое и темное время суток с возможностью передачи по радиоканалу полученной информации на наземный пункт управления и другим удаленным потребителям при работе в масштабе времени, близком к реальному.

Рассматривается применение для мониторинга местности и объектов беспилотного авиационного комплекса дальнего действия отечественного производства «Буревестник». Его длительность полета составляет порядка 8 часов, а дальность полета - до 300 километров при установке на маршруте двух наземных приемо-передающих комплексов. Это позволит заменить пилотируемую авиацию, в частности, в охране лесов.

Изучая и анализируя информацию по применению беспилотной авиации в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям можно обозначить ряд преимуществ и недостатков, свойственных современным БПЛА.

К преимуществам БПЛА отнесем следующие факторы:

- Существенно меньшая стоимость их создания и использования по сравнению с обычными самолетами и вертолетами (но равная эффективность выполнения поставленной задачи).
- Высокая оперативность и мобильность, не требуется особой площадки для взлета, посадки и технического обслуживания.

- Возможность решения широкого спектра задач от мониторинга природных пожаров до поисково-спасательных работ.

- Возможность применения в сложных погодных условиях и в условиях риска гибели воздушного судна и угрозы жизни экипажа. Так мультиролторные БПЛА смогут не только увидеть ситуацию сверху, но также и залететь в химически (радиационно) опасное здание с датчиками измерения химического (радиационного) загрязнения и измерить концентрацию химически опасных веществ (радиационный фон) в разных местах ЧС.

- Несколько единиц такой техники можно объединять в целые комплексы для решения ряда сложных задач.

- Разнообразие форм и размеров (от компактных до весьма внушительных).

Среди недостатков БПЛА отметим:

- Надежность автоматических устройств пока еще ниже пилотируемых аналогов.

- По различным причинам полеты БПЛА серьезно ограничиваются (необходимо получать разрешение на использование воздушного пространства в организациях по аэронавигационному обслуживанию воздушного движения).

- Возможность перехвата управления.

- Из-за метеорологических условий (особенности расположения РБ в умеренных широтах, большую часть года облака располагаются на высоте 200-300 метров) высота полета уменьшается.

На современном этапе развития авиационной техники речь, конечно же, не идет о полной замене беспилотниками пилотируемой авиации в структурах аварийно-спасательных подразделений. Использование вертолетов и самолетов кроме проведения мониторинга и анализа ситуации позволяет сразу же приступать, например, к тушению пожара - с помощью десантирования или беспосадочным способом.

Однако возможности и заинтересованность в применении БПЛА различными структурами, в том числе МЧС Республики Беларусь, постоянно расширяются. О чем свидетельствует возросшее внимание к данной теме на научно-практических конференциях и иных мероприятиях. Так в январе 2020 года на базе Университета гражданской защиты прошел семинар по применению беспилотных летательных аппаратов в МЧС. В ходе мероприятия обсуждались вопросы выполнения аэрофотосъемки при проведении мониторинга местности и применения беспилотников для поисково-спасательной службы, а также совершенствования законодательства при использовании беспилотных летательных аппаратов. В мероприятии приняли участие и представители Белорусской государственной академии авиации.

В заключение хотелось бы выразить надежду, что сотрудничество в данном направлении будет успешно развиваться, в том числе и в рамках подписанного в декабре 2020 года соглашения о сотрудничестве между Университетом гражданской защиты МЧС и Белорусской государственной академией авиации.

ЛИТЕРАТУРА

1. МЧС развивает беспилотную авиацию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lesgazeta.by/economy/tehnologii/mchs-razvivaet-bespilotnuju-aviaciju?kfknopppphlfkngl>.
2. Беспилотные летательные аппараты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bte.by/katalog/aviatsionnaya-tehnika/vertolety/>.
3. Государственное авиационное аварийно-спасательное учреждение «Авиация» МЧС Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avia.mchs.gov.by/>.
4. На базе Университета гражданской защиты МЧС проведено семинар-совещание по вопросам применения беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bgaa.by/en/novosti/231>.
5. Беспилотник с дальностью полета до 300 км поступит на вооружение в МЧС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.by/glavnoe/237035/>.
6. Ефимова П.И., Иванюта Д.Ю. Ликвидация чрезвычайных ситуаций с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Сборник материалов IV Международной

заочной научно-практической конференции «Безопасность человека и общества: совершенствование системы реагирования и управления защитой от чрезвычайных ситуаций». Минск, УГЗ, 2020.

7. Кудласевич К.Ф., Беляев Д.А. Применение авиации для ликвидации чрезвычайных ситуаций. Сборник материалов XIV международной научно-практической конференции курсантов (студентов), слушателей и адъюнктов (аспирантов, соискателей) «Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы». Минск, УГЗ, 2020.

УДК 656.08

ПОРЯДОК ПОИСКА И СПАСЕНИЯ ПАССАЖИРОВ И ЭКИПАЖЕЙ ТЕРПЯЩИХ ИЛИ ПОТЕРПЕВШИХ БЕДСТВИЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Лавров А.М.

Погребов С.А., кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Аварии на транспорте влекут за собой большое количество жертв и пострадавших. За последние десять лет произошло более 800 чрезвычайных ситуаций на транспорте, треть из которых составляют аварии на воздушном транспорте. При проведении поисково-спасательных работ после крушения самолета очень важно определить точное место падения и правильно определить приоритетное направление начала работ и их способы.

Ключевые слов: Транспорт, аварийно-спасательные работы, ликвидация последствий.

THE ORDER OF METHODS OF SEARCHING AND RESCUE OF PASSENGERS AND CREWS OF AIRCRAFT TROUBLES OR DISTRESSED

Lavrov A.M.

Pogrebov S.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. Transport accidents entail a large number of victims and injuries. Over the past ten years, there have been more than 800 transport emergencies, one third of which are accidents in air transport. When carrying out search and rescue operations after an aircraft crash, it is very important to determine the exact place of the crash and correctly determine the priority direction for starting work and their methods.

Keywords: Transport, rescue operations, liquidation of consequences.

От надежной и безопасной работы транспорта зависит вся деятельность и жизнь населения страны. Ежегодно в России перевозится транспортом около 3,5 млрд. тонн грузов. Ежедневно всеми видами транспорта перевозится более 100 млн. человек. Но при этом, на транспорте происходит значительное количество катастроф, аварий и происшествий, от которых погибает и травмируется большое число людей, наносится огромный материальный ущерб и вред окружающей среде.

Только за 2010 – 2020 годы на железнодорожном, воздушном и водном транспорте страны произошли 852 чрезвычайные ситуации, в результате которых пострадали 3815 человек, из них погибли 2111 человек. Лидерство по количеству трагических последствий и материальному ущербу принадлежит автомобильному транспорту – он является самым

аварийным не только в нашей стране, но и во многих развитых странах. Ежегодно от аварий на этом виде транспорта в мире погибает более 300 тыс. человек и около 8 млн. человек получают ранения и увечья, в том числе в США – около 55 тыс. и 2 млн., в России – около 30 тыс. и более 180 тыс. соответственно.

При организации аварийно-спасательных работ по ликвидации последствий транспортных аварий и катастроф необходимо учитывать следующие их особенности:

- аварии и катастрофы происходят в пути следования, как правило, внезапно, в большинстве случаев при высокой скорости движения транспорта, что приводит к телесным повреждениям у пострадавших, часто к возникновению у них шокового состояния, нередко к гибели;

- несвоевременное получение достоверной информации о случившемся, что ведет к запаздыванию помощи, к росту числа жертв, в том числе из-за отсутствия навыков выживания у пострадавших;

- отсутствие, как правило, на начальном этапе работ специальной техники, необходимых средств тушения пожаров и трудности в организации эффективных способов эвакуации из аварийных транспортных средств;

- трудность в определении числа пострадавших на месте аварии или катастрофы, сложность отправки большого их количества в медицинские учреждения с учетом требуемой специфики лечения;

- усложнение обстановки в случае аварии транспортных средств, перевозящих опасные вещества;

- необходимость организации поиска останков погибших и вещественных доказательств катастрофы часто на больших площадях;

- необходимость организации приема, размещения и обслуживания (питание, услуги связи, транспортировка и др.) прибывающих родственников пострадавших и организация отправки погибших к местам их захоронения;

- необходимость скорейшего возобновления движения по транспортным коммуникациям.

Особенности ликвидации последствий аварий (катастроф) на воздушном транспорте:

1. Если авария на авиатранспорте произошла в районе аэропорта, то непосредственная организация поиска и спасания экипажа и пассажиров воздушного судна возлагается на начальника аэропорта с привлечением сил и средств от авиационных частей (предприятий и организаций), базирующихся на данном аэродроме, независимо от их ведомственной принадлежности.

2. Аварийно-спасательные работы в таких случаях осуществляют аварийно-спасательные команды, в которые входят расчеты от различных служб (диспетчерской, стартовой, пожарно-спасательной, медицинской, инженерной, спецтранспорта, перевозок, милиции и др.).

3. Первоочередные мероприятия по спасению людей при такой аварии, как правило, связаны с эвакуацией пассажиров с воздушного судна. Согласно требованиям Международной организации гражданской авиации (ИКАО), все пассажиры должны покинуть воздушное судно через выходы, расположенные на одной стороне, за 90 секунд.

4. В этом случае для эвакуации людей должны использоваться все основные, служебные и запасные двери. Эвакуацию людей можно проводить через разломы в фюзеляже, специальные люки, сделанные спасателями, грузовые люки, форточки в кабине экипажа. Необходимо помнить, что конструкция замков аварийных выходов обеспечивает возможность их открытия как изнутри салона, так и снаружи, то есть эту работу может выполнить спасатель.

5. При организации аварийно-спасательных работ в случае пожара на борту воздушного судна необходимо помнить, что: через 2–3 мин. после возникновения пламенного горения двуокись углерода в салоне достигает смертельной концентрации; температура внутри пассажирских салонов резко нарастает по их высоте (на уровне пола –

50 °С, а на высоте 1,5 м от пола – 250 °С); работы по тушению пожара следует проводить в изолирующих средствах защиты.

6. Эвакуацию пассажиров следует проводить одновременно с тушением пожара с наветренной стороны. Вскрытие фюзеляжа необходимо начинать с дверей, так как у них выше пропускная способность, чем у различных проделанных отверстий.

7. В случае авиакатастрофы вне зоны аэропорта руководство организацией работ по поиску и спасению экипажей и пассажиров воздушных судов, потерпевших бедствие, организуется руководителями управлений Федеральной авиационной службы или командирами соответствующих авиационных объединений видов Вооруженных Сил, в зонах ответственности (зонах поисково-спасательных работ) которых произошло авиационное происшествие.

При этом поисково-спасательные работы организуются в следующих случаях:

- при получении сигнала бедствия с борта воздушного судна, а также при приеме сигналов аварийных радиостанций (радиобуев);
- при получении доклада от экипажа воздушного судна, наблюдавшего бедствие, а также сообщений других очевидцев бедствия;
- если в течение 10 мин. после расчетного времени прилета воздушное судно не прибыло в пункт назначения и радиосвязь с ним отсутствует более 5 мин.;
- если экипаж воздушного судна получил разрешение на посадку и не произвел ее в установленное время, а радиосвязь с ним прекратилась;
- при потере радиосвязи с экипажем воздушного судна и одновременном пропадании отметки радиолокационной проводки или потере радиосвязи более чем на 5 мин., если радиолокационная проводка не велась;
- во всех других случаях, когда экипажу воздушного судна требуется помощь.

Поисково-спасательные работы начинаются с момента подачи команды на вылет поисково-спасательного самолета (вертолета) и на выход наземных поисково-спасательных команд. В первую очередь, с их помощью обнаруживается место падения самолета (вертолета).

После приземления или высадки поисково-спасательной команды немедленно начинается эвакуация пассажиров из терпящего бедствие воздушного судна в безопасное место. От спасателей требуется не только спасение людей, но и создание им необходимых условий выживания, защищающих от непогоды, оказание им первой медицинской помощи.

После вывода из зоны бедствия пострадавших, спасатели приступают к сбору останков погибших для их дальнейшего опознания. Если в результате авиакатастрофы все люди, находящиеся на борту воздушного судна, погибли, то спасатели обязаны осуществить поиск и сбор останков погибших, "черных ящиков" и обеспечить сохранность ценностей.

До прибытия на место катастрофы руководителя комиссии по расследованию причин чрезвычайной ситуации запрещается производить какие-либо работы на месте авиационного происшествия, за исключением внешнего осмотра, фиксации следов движения воздушного судна по грунту, эвакуации раненых и погибших. Перемещение воздушного судна до прибытия указанной комиссии допускается только в случаях, если аварийное воздушное судно упало на железную дорогу, шоссе, водную магистраль или на аэродром и препятствует безопасному движению транспортных средств или посадке воздушных судов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Министерства транспорта РФ от 26 ноября 2020 г. N 517 "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Аварийно-спасательное обеспечение полетов воздушных судов".
2. Седнев В.А., Лысенко И.А., Лопухова Н.В. Организация ликвидации последствий авиационных происшествий: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. 174 с.
3. Селезнев А.В. Организация аварийно-спасательного обеспечения на аэродромах гражданской авиации: учеб. пособие. Ульяновск: УВАУ ГА, 2007. 120 с.

4. Котляревский В.А., Ларионов В.И., Суцев С.П. Энциклопедия безопасности: строительство, промышленность, экология, в 3 т. Т. 1: Аварийный риск. Взрывные и ударные воздействия. М.: Наука, 2005. 696 с.

УДК 614.843

МЕТОД РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТОВ НАПОРНО-РАСХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРНОГО НАСОСА

Лебедев А.Н., Меженев В.А., Гладченко В.Я.

Ольховский И.А., кандидат технических наук

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

Аннотация. В статье рассматриваются возможность использования математического метода наименьших квадратов при определении коэффициентов, которые используются для расчета согласования совместной работы пожарного центробежного насоса и двигателя внутреннего сгорания пожарного автомобиля. Получены экспериментальные напорно-расходные характеристики современных образцов центробежных пожарных насосов. Методом наименьших квадратов выведены искомые данные и подтверждена возможность использования данного метода для расчета согласования работы двигателя базового шасси пожарного автомобиля и широкого номенклатурного ряда пожарных центробежных насосов. *Ключевые слова:* напорно-расходные показатели, тушение пожаров, согласование режимов работы.

METHOD FOR CALCULATING THE COEFFICIENTS OF THE PRESSURE-FLOW CHARACTERISTICS OF A FIRE PUMP

Lebedev A.N., Mezhenov V.A., Gladchenko V.Y.

Olkhovskiy I. A., PhD in engineering

State Fire Academy of EMERCOM of Russia

Abstract. The article discusses the possibility of using the mathematical method of least squares in determining the coefficients that are used to calculate the coordination of the joint operation of a fire centrifugal pump and an internal combustion engine of a fire truck. Experimental pressure-flow characteristics of modern samples of centrifugal fire pumps are obtained. The required data are derived by the method of least squares and the possibility of using this method for calculating the coordination of the engine operation of the basic chassis of a fire truck and a wide range of fire centrifugal pumps is confirmed.

Keywords: pressure-flow indicators, fire extinguishing, coordination of operating modes.

На сегодняшний день, пожарная автоцистерна (АЦ) является основным мобильным средством для тушения пожаров. Технический агрегат для подачи огнетушащего вещества (ОТВ) является центробежный пожарный насос. Пожарный центробежный насос имеет ряд номинальных характеристик, а именно: напор (H , м.в.ст.), подача (расход) (Q , л/с), коэффициент полезного действия (η), номинальная частота оборотов рабочего колеса (n , об/мин) и потребляемая мощность (N , кВт). Для обеспечения номенклатурных показателей центробежного пожарного насоса, а в следствии чего обеспечение огнетушащим

веществом на пожаре участников тушения пожара, требуется согласование режимов работы пожарного центробежного насоса с двигателем базового шасси АЦ. Согласование режимов работы двигателя базового шасси АЦ и центробежного насоса производится графоаналитическим методом, для этого требуется построить графики зависимости $H=f(Q)$, $N=f(Q)$, $n=f(N)$. Для того чтобы построить самую главную зависимость $H=f(Q)$, от которой проводятся уже построение всех остальных зависимостей, необходимо расчетным методом определить показатели напора пожарного насоса, в зависимости от фиксированных показателей расхода по формуле 1 [1,2,3].

$$H = A + BQ - CQ^2 \quad (1)$$

где H – напор, м.вод. ст.;

Q – расход, л/с;

A, B, C – безразмерные коэффициенты характерные для каждого насоса.

В настоящее время коэффициенты A, B, C для нахождения напорно-расходных характеристик по формуле 1 известны для таких насосов как: ПН-40У, НЦПН-40/100, НЦПК-40/100-4/400, ПН-60, НЦПН-70, НЦПН-100 [4].

Безразмерные коэффициенты для вышеуказанных марок насосов были выведены на рубеже XX-XXI века и на сегодняшний день применяются для расчетов согласования при создании новых АЦ с современными насосными установками. На сегодняшний день существует более широкий номенклатурный ряд не только отечественных центробежных пожарных насосов, но и зарубежных, кроме вышеуказанных насосных установок еще существуют: НЦПН-50; НЦПН-100-100М; Rosenbauer NH 20,30,40; Ziegler FPN 40,10,1000,2000,3000. Учитывая сформировавшийся на сегодняшний день широкий номенклатурный ряд пожарных центробежных насосов, возникает проблема установки их на различные базовые шасси АЦ, так как отсутствуют безразмерные коэффициенты из формулы 1. Для определения искомых коэффициентов в данной статье предлагается использование математического метода наименьших квадратов. При определении искомых безразмерных коэффициентов A, B, C был взят пожарный центробежный насос Rosenbauer NH30. С помощью специально разработанной вставки с расходомером и мановакууметром, при частоте оборотов вала насоса 2700 мин^{-1} и высоты всасывания 1,5 м были произведены замеры напора при определенных показателях расхода (Таблица 1). Далее на основе эксперимента был проведен расчет по методу наименьших квадратов.

Таблица 1. Результаты эксперимента

Q , л/с	0	8,3	16,6	25	33,3	41,7	50
H , м.в.ст.	154	152	149	143	135	125	112



Рисунок 1 – График зависимости напора от подачи насоса насос Rosenbauer NH30

Для определения зависимости $H=f(Q)$ используем метод наименьших квадратов. Неизвестные параметры А, В, С будут определяться из системы линейных алгебраических уравнений (2):

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n Q^2 H &= -C \sum_{i=1}^n Q^4 + B \sum_{i=1}^n Q^3 + A \sum_{i=1}^n Q^2 \\ \sum_{i=1}^n Q H &= -C \sum_{i=1}^n Q^3 + B \sum_{i=1}^n Q^2 + A \sum_{i=1}^n Q \\ \sum_{i=1}^n H &= -C \sum_{i=1}^n Q^2 + B \sum_{i=1}^n Q + A n \end{aligned} \quad (2)$$

где $n = 6$ – количество значений известных нам пересечений результатов эксперимента.

По получившейся системе уравнений, используя данные эксперимента, составляем значения определителей данной матрицы. Далее, чтобы найти коэффициенты А, В, С, используем формулы Крамера (3):

$$A = \frac{\Delta_A}{\Delta}; B = \frac{\Delta_B}{\Delta}; C = \frac{\Delta_C}{\Delta} \quad (3)$$

Подставив соответствующие определители в формулы, получим, что расчетные показатели коэффициентов будут равны: $A=152,98$; $B=0,03$; $C= - 0,017$.

Также возможно определение безразмерных коэффициентов напорно-расходных характеристик с помощью уравнения регрессии, по системам нормальных уравнений Гаусса. Данный способ покажет близкие с методом наименьших квадратов значения.

Применение предлагаемого метода расчета коэффициентов напорно-расходных характеристик пожарного насоса для согласования режимов работы центробежного насоса с двигателем внутреннего сгорания возможно не только для насосов серии NH Rosenbauer, но и любых других пожарных центробежных насосов из широкого номенклатурного ряда центробежных пожарных насосов, которых на сегодняшний день насчитывается более сотни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яковенко Ю.Ф., Зайцев А.И., Кузнецов Л.М. и др. Эксплуатация пожарной техники: Справочник. М.: Стройиздат, 1991. С. 190-252.
2. Крамаренко Г.В. и др. Техническая эксплуатация пожарных автомобилей. М.: Транспорт, 1983. 224 с.
3. Чуприян А.П., Бондар А.И., Доротюк А.А. Ключевые аспекты развития водоподающих технических средств нового поколения и тактики их применения / Пожарное дело: техника и технологии. 2020. №6 С. 46-51
4. М.Д. Безбородько, М.В. Алешков, А.В. Рожков, В.М. Климовцов, С.В. Огурцов. Согласование режимов работы центробежного насоса с двигателем пожарного автомобиля

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ БАНК ДАННЫХ ПО СРЕДСТВАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ, КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК В СИСТЕМЕ ФПС ГПС МЧС РОССИИ

Мазаев К.А.

Шестаев А.А., кандидат технических наук, Ермакова Н.А., Косов А.В., Надточий О.В.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Аннотация. В статье отражены цели и задачи создания «Федерального банка данных по средствам обеспечения пожарной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ», отмечена важность классификационной составляющей пожарно-технической и аварийно-спасательной продукции, описаны основные сведения, содержащиеся в базах данных «Изготовители», «Продукция» и предназначение данной информации.

Ключевые слова: «Федеральный банк данных по средствам обеспечения пожарной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ», пожарно-техническая и аварийно-спасательная продукция, классификатор продукции

FEDERAL DATA BANK ON FIRE SAFETY AND EMERGENCY RESCUE OPERATIONS, AS AN INFORMATION SOURCE IN THE FPS SYSTEM OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

Mazaev K.A.

Shestaev A.A., PhD, Ermakova N.A., Kosov A.V., Nadtochiy O.V.

Abstract. The article reflects the goals and objectives of the creation of the "Federal Data Bank for fire safety and emergency rescue operations", notes the importance of the classification component of fire-technical and emergency rescue products, describes the main information contained in the databases "Manufacturers", "Products" and the purpose of this information.

Keywords: "Federal data bank for fire safety and emergency rescue operations", fire-technical and emergency rescue products, product classifier

В ФГБУ ВНИИПО МЧС России разработан и актуализируется «Федеральный банк данных по средствам обеспечения пожарной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ» (далее – ФБД ПБ), как необходимое условие качественного информационного обеспечения в системе ФПС ГПС МЧС России. Учитывая масштабы страны и стоящие перед ведомством задачи, требовалось отразить картину наличия пожарной техники, пожарно-технического вооружения, аварийно-спасательных средств, средств защиты и имущества (далее – пожарно-техническая и аварийно-спасательная продукция ПТ и АСП) на всей территории страны и всего спектра назначений.

Основанием для выполнения работ в данном направлении является государственное задание ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

ФБД ПБ включает в себя базы данных «Изготовители» и «Продукция», которые содержат регулярно обновляемую информацию по России о предприятиях – изготовителях ПТ и АСП и детальные, в рамках классификатора, сведения о средствах пожарной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ.

Источниками информации для актуализации ФБД ПБ являются:
приказы МЧС России о принятии на снабжение ПТ и АСП;

официальные ответы предприятий – изготовителей ПТ и АСП, поступающие по запросам ФГБУ ВНИИПО МЧС России;

данные официальных интернет-сайтов предприятий – изготовителей ПТ и АСП;

материалы по закрытию тем НИОКР, находящихся в научно-технических библиотеках учреждений МЧС России;

документация по закупкам ПТ и АСП, в том числе в рамках исполнения государственных контрактов через единую информационную систему в сфере закупок <http://zakupki.gov.ru>;

материалы тематических выставок и конференций;

каталоги предприятий – изготовителей ПТ и АСП.

ФБД ПБ отличается универсальностью, возможностью многовариантного способа поиска и отбора информации по различным критериям. Можно осуществлять отбор, как по частным, так и по общим показателям или временным периодам.

Критериями поиска и отбора информации служат все основные показатели и словарные реквизиты, входящие во внутреннюю структуру ФБД ПБ.

Номенклатурные показатели предприятий, такие как: официальное название предприятия – изготовителя, код по общероссийскому классификатору предприятий и организаций, адресные реквизиты, средства связи и другие. Номенклатурные показатели продукции, такие как: вид продукции согласно классификатору, наименование, марка (тип, модель), нормативный документ на продукцию, год постановки на производство, предприятие – изготовитель и другие.

Одним из основных достоинств ФБД ПБ является разработанный классификатор продукции пожарно-технического и аварийно-спасательного назначения, который соответствует современным требованиям. Работа по его актуализации ведется постоянно, на протяжении всего периода существования ФБД ПБ, и диктуется вводом в действие новых стандартов, норм и правил в области пожарной безопасности, появлением современной техники и технических средств.

В настоящее время классификатор пожарной продукции содержит 16 основных разделов:

1. Беспилотные летательные аппараты;
2. Вездеходы пожарные и аварийно-спасательные;
3. Вещества огнетушащие;
4. Инструмент, инвентарь, приборы осветительные пожарные;
5. Машины пожарные и их специальные агрегаты;
6. Оборудование пожарное;
7. Огнетушители;
8. Приборы и установки специальные;
9. Роботы пожарные;
10. Системы и средства обеспечения безопасности людей пожарные;
11. Средства ограничения распространения (локализации) пожара;
12. Средства пожарной и охранно-пожарной сигнализации технические;
13. Средства предотвращения пожара и взрыва;
14. Средства программные пожарные;
15. Средства связи;
16. Системы, установки пожаротушения и их составные части.

Каждый из разделов, в свою очередь, имеет многоуровневую внутреннюю классификацию.

Классификатор предлагает удобную многоуровневую классификацию продукции от общего к частному и позволяет корректно отразить все виды ПТ и АСП, разрабатываемые в области пожарной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ.

За последний период ФБД ПБ был пополнен актуализированной информацией о предприятиях – изготовителях ПТ и АСП, номенклатуре выпускаемой ими ПТ и АСП, а также о тактико-технических характеристиках самой продукции, ее изображениях.

Важным аспектом качественной актуализации является необходимость наиболее тесного сотрудничества с предприятиями – изготовителями ПТ и АСП, с целью оперативного выявления и отображения современных видов ПТ и АСП.

Данные из ФБД ПБ предоставляются в Главное управление пожарной охраны МЧС России в виде автоматизированной информационной системы «Средства обеспечения пожарной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ», включающей в себя базы данных «Изготовители», «Продукция» и программную оболочку, функционирующую в среде Windows.

На текущий момент ФБД ПБ содержит информацию о 420 предприятиях – изготовителях ПТ и АСП и более чем 6200 единицах выпускаемой ими ПТ и АСП, и имеет наиболее полные и достоверные сведения о текущем состоянии рынка ПТ и АСП и современной номенклатуре ПТ и АСП, выпускаемой Российскими предприятиями – изготовителями.

ФБД ПБ может служить одним из источников информационного обеспечения в осуществлении государственной программы заказа и закупки ПТ и АСП и может быть рекомендован для использования в органах управления, подразделениях, учебных заведениях и организациях находящихся в ведении МЧС России.

УДК 614.843.4

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ПОДАЧИ ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ ПОЖАРНОЙ СТВОЛЬНОЙ ТЕХНИКИ С УНИВЕРСАЛЬНЫМ НАСАДКОМ

Меженев В.А.

Ольховский И.А., кандидат технических наук

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

Аннотация. В статье рассматриваются возможность применения численного моделирования для определения дальности подачи огнетушащих веществ пожарной ствольной техники с универсальным насадком.

Ключевые слова: ствольная техника, тушение пожаров, численное моделирование.

APPLICATION OF NUMERICAL SIMULATION TO DETERMINE THE RANGE OF FIRE EXTINGUISHING AGENTS FOR FIRE-FIGHTING EQUIPMENT WITH A UNIVERSAL NOZZLE

Mezhenov V.A.

Olkhovskiy I.A., PhD in Engineering

State Fire Academy of EMERCOM of Russia

Abstract. The article considers the possibility of using numerical modeling to determine the range of fire extinguishing agents for fire-fighting equipment with a universal nozzle.

Keywords: nozzle technology, fire fighting, numerical simulation.

В универсальном насадке современной ствольной пожарной техники самую главную роль играет дефлектор – это тарельчатый диск, который располагается непосредственно

после поперечного сечения трубопровода ствола, на определенном расстоянии, образуя кольцевой щелевой зазор, через который огнетушащее вещество (ОТВ) выходит из ствола.

В отличие от конусного насадка, из универсального насадка ОТВ выходит с одинаковой скоростью на всех участках разреза струи. Тогда как в конусном струя имеет значительно большую скорость в центре, чем по краям, и уже на выходе имеет тенденцию к распаду. Вакуум, создаваемый внутри прямой распыляющей струи, универсального насадка фокусирует струю к центру после прохождения небольшого расстояния от насадка и равномерно заполняет весь внутренний объем капельной массой. Учитывая данный физический процесс истечения, баллистика струи универсального насадка будет отличаться.

Баллистика – это наука, изучающая движение тела в поле гравитации и воздушной среде. [1] Еще с XIX века расчеты движения брошенного тела производились по формулам параболической теории. По данным формулам максимальная теоретическая дальность полета струи имеет место при угле наклона ствола $\Theta = 45^\circ$. В действительности же, на практике наибольшая дальность полета струи ОТВ будет достигается при угле наклона ствола $\Theta=30-34^\circ$. Несовпадение теоретических и практических данных особенно на раздробленном участке объясняется сложной структурой струи, и разделение ее сплошности на отдельные составляющие (сплошная, раздробленная и распыленная часть струи).

В статье [1] приведено приближенное уравнение траектории полета струи, сходное по с уравнением:

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \Theta - \frac{g x^2}{(2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2 \Theta)} \cdot (1 + K \cdot V_0^2 \cdot x) \quad (1)$$

где K – эмпирический коэффициент, определяемый опытным путем при максимальной горизонтальной дальности X .

Приведенное выше уравнение, не коррелируются с практическими показателями, так как данное уравнение применяются для расчета траектории движения ОТВ из конусных насадков, где скорость потока ОТВ намного меньше чем скорость потока в универсальных насадках.

Также до создания универсальных насадков пожарных лафетных стволов, для облегчения расчета наклонных струй при истечении ОТВ из конусных насадков, сначала рассчитывались показатель высоты вертикальной струи. Свободная водяная струя конусного насадка при истечении из вертикально направленного ствола со скоростью V_0 теоретически поднимается на высоту $H_m = \frac{V_0^2}{2g}$, так как в конусном насадке вся потенциальная энергия переходит в кинетическую. Но учитывая, что часть энергии расходуется на преодоление сопротивлений вследствие трения струи о воздух, и поэтому струя поднимается на несколько меньшую величину.

Для нахождения данной высоты струи конусного насадка использовались идентичные формулы Люгера (2) или Фримана (3):

$$H_e = \frac{H}{1 + \varphi \cdot H} \quad (2)$$

где H_e – высота сплошной вертикальной струи, м.

H – напор перед насадком, м.в.ст.

φ – эмпирический коэффициент.

$$H_e = H(1 - 0,000113 \cdot H/d) \quad (3)$$

где d – диаметр выходного сечения насадка, м

Данные формулы применимы для конусных насадков ствольной пожарной техники. Учитывая, что в универсальном насадке за дефлектором образуется зона разряжения и вихрей, которая имея пониженное давление стягивает выходящую струю капельной смеси,

тем самым увеличивая дальность подачи огнетушащего вещества. То для определения дальности подачи огнетушащего вещества возможно добавление высоты треугольника разряжения к показателям, вычисленным по формулам 2 и 3. Так как показатель высоты треугольника разряжения напрямую зависит от расхода ОТВ, а расход от величины кольцевого зазора между дефлектором и корпусом универсального насадка, и также присутствия высокотурбулизированного потока в данном треугольнике, то для нахождения данной высоты возможно применение численного моделирование течения жидкости из универсального насадка. (Рисунок 1)



Рисунок 1 – Визуализация численного моделирования течения жидкости из универсального насадка

Для моделирования возможно применение программного комплекса Ansys Fluent [2], расчет в данном комплексе основан на методе конечных объемов, где численно решаются базовые уравнения гидрогазодинамики – система уравнений Навье-Стокса, в состав которого входят уравнение неразрывности и уравнения движения [3]. В работе принято, что жидкость является несжимаемой, т.е. $\rho = \text{const}$, и относится к ньютоновской. Постоянство плотности означает постоянную температуру и химический состав. В несжимаемой жидкости уравнение неразрывности принимает вид условия нулевой дивергенции поля скорости, при этом будет иметь место линейная связь между компонентами тензора сдвиговых напряжений и компонентами тензора скоростей деформаций. В результате расчетов возможно визуализировать процесс истечения ОТВ из универсального насадка (Рисунок 1), а также измерить полученные зоны разряжения для из суммирования с показателями из формул.

Таким образом применение численного моделирования течения жидкости в универсальном насадке позволит определять теоретическую дальность подачи огнетушащих веществ из пожарных стволов с универсальным насадком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современная ствольная пожарная техника для государственной противопожарной службы МЧС России, Горбань Ю.И., Синельникова Е.А., Пожарная безопасность. 2010. № 4. С. 168-170.
2. Расчет и оптимизация геометрии проточного канала пожарного ствола с расходом до 5 л/с, Камлюк А.Н., Пармон В.В., Стриганова М.Ю., Ширко А.В., Морозов А.А. Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2016. № 1 (23). С. 51-59.
3. Моделирование турбулентности в расчетах сложных течений. Учебное пособие / А.В. Гарбарук, М.Х. Стрелец, М.Л. Шур. Санкт-Петербург, 2012. – С. 54–57.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА В ОБЛАСТИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Мехова В.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России»

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы функционирования федеральной государственной информационной системы в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: информация, информационно-телекоммуникационные технологии, дорожно-транспортные происшествия, безопасность дорожного движения, центр мониторинга ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий.

INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM IN THE FIELD OF ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF ROAD ACCIDENTS

Mekhova V.V.

Abstract. The article deals with the functioning of the federal state information system in the field of elimination of the consequences of road accidents.

Keywords: information, information and telecommunications technologies, road accidents, road safety, monitoring center for elimination of consequences of road accidents.

В целях информационного обеспечения мероприятий, направленных на развитие системы спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях в Российской Федерации, на базе федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (федеральный центр науки и высоких технологий) МЧС России» в 2007 году создан Центр мониторинга ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий (далее – Центр ДТП).

За период функционирования Центра ДТП удалось достигнуть значительных результатов, позволивших повысить эффективность организации деятельности органов управления всех уровней и реагирующих подразделений МЧС России.

Сотрудниками Центра ДТП создана и ежегодно продолжает развиваться федеральная государственная информационная система «Информационно-аналитическая система в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий» (далее – ФГИС ИАС-ДТП), позволяющая вести непрерывный мониторинг и оценивать показатели реагирования подразделений МЧС России на автоаварии.

Основной целью ее эксплуатации является совершенствование системы ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий за счет повышения эффективности управления мероприятиями МЧС России, направленными на развитие системы оказания помощи пострадавшим в ДТП, путем реализации комплексного подхода к организации реагирования аварийно-спасательных и пожарных подразделений на ДТП и обеспечивающим организационным и техническим процессам.

В настоящее время ФГИС ИАС-ДТП состоит из 13 модулей:

1. Модуль «Программно-аппаратный комплекс автоматизированной базы данных о реагировании пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия» (далее – ПАК АБД ДТП), предназначенный в основном для сбора

и обработки статистической информации о реагировании пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия.

В целях оценки эффективности работы пожарно-спасательных подразделений при ликвидации последствий ДТП, научного анализа вопросов взаимодействия с 2008 года по настоящее время ежеквартально разрабатывается Информационно-аналитический бюллетень об организации деятельности территориальных органов МЧС России в области реагирования пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия в субъектах Российской Федерации.

2. Модуль «Программный комплекс с использованием компьютерных моделей типовых сценариев дорожно-транспортных происшествий при перевозках опасных грузов» предназначен для компьютерного моделирования типовых сценариев, обучения и проверки знаний водителей и специалистов служб, участвующих в ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий.

3. Модуль «Информационно-справочная система по организации рационального применения современных систем обнаружения и оповещения при межведомственном взаимодействии при ликвидации последствий ДТП в субъектах Российской Федерации».

4. Модуль «Электронная библиотека работ, выполненных МЧС России в рамках федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 – 2012 годах».

5. Модуль «Банк данных объектов инфраструктуры, связанных с оказанием помощи лицам, пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях вдоль автомобильных дорог федерального и регионального значения» (далее – Банк данных).

Банк данных содержит информацию следующего характера: названия, характеристики, точные места расположения подразделений МЧС России, МВД России, Минздрава России и Минтранса России, обеспечивающих прикрытие федеральных и региональных автомобильных дорог. В данном модуле также отражены технические возможности, качественный и количественный состав указанных подразделений, контактная информация, зоны обслуживания (участки прикрытия).

На основании информации, внесенной ответственными лицами от главных управлений МЧС России в Банк данных, разрабатываются единые атласы прикрытия сил и средств реагирования на основе ГИС-технологий.

6. Модуль «Информационно-образовательный портал по современным методам, формам и приемам спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях» (далее – Портал) предназначен для специалистов, участвующих в ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, а также для широкого круга общественности и заинтересованных пользователей, содержит статистическую, аналитическую, периодическую и обучающую информацию, медиа-файлы и правовые документы.

7. Модуль «Программно-технический комплекс мониторинга реализации региональных целевых программ в области безопасности дорожного движения».

8. Модуль «Ликвидация последствий дорожно-транспортных происшествий: библиотека начальника территориального органа МЧС России», предназначен для нормативного и методического обеспечения деятельности должностных лиц территориальных органов МЧС России по вопросам нормативного правового обеспечения в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий.

9. Модуль «Электронная библиотека работ, выполненных МЧС России в рамках федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах» предназначен для органов управления и научных сотрудников МЧС России, других заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и организаций, занимающихся проблемами безопасности дорожного движения.

10. Модуль «Сведения о чрезвычайных ситуациях на объектах дорожного хозяйства», основной функцией которого является сбор и обобщение информации о чрезвычайных ситуациях на объектах дорожного хозяйства.

11. Модуль «Мероприятия по ликвидации чрезвычайных ситуаций на объектах дорожного хозяйства», основной функцией которого является сбор и обобщение информации о мероприятиях по ликвидации чрезвычайных ситуаций на объектах дорожного хозяйства.

12. Модуль «Электронный реестр инновационных технических средств, технологий и оборудования в области ликвидации последствий ДТП», основной функцией которого является сбор и хранение информации о существующих и разрабатываемых технических средствах, технологиях и оборудовании в области ликвидации последствий ДТП, используемых в МЧС России.

13. Модуль «Электронный реестр информационно-коммуникационных технологий и специального программного обеспечения в области ликвидации последствий ДТП», основной функцией которого является сбор и хранение информации об эксплуатируемых информационных системах, информационно-телекоммуникационных технологиях и специальном программном обеспечении в области ликвидации последствий ДТП.

ФГИС ИАС-ДТП объединяет в единую систему многофункциональные элементы, создающие единое информационное пространство в области совершенствования системы спасения пострадавших в ДТП, что позволяет предоставлять доступ заинтересованным лицам и органам управления МЧС России к таким ресурсам, как информационно-аналитический, нормативный правовой, методический, образовательный, научно-внедренческий и др.

На программные продукты ФГИС ИАС-ДТП получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных в Федеральной службе по интеллектуальной собственности. На сегодняшний день в системе МЧС России данной системе аналогов нет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ МЧС России от 04.09.2007 № 474 «О создании Центра по мониторингу ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий». [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://base.garant.ru/70175880/> (Дата обращения 15.02.2021).
2. Информационно-образовательный портал по современным формам, методам и приемам спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://dtprescue.ru/> (Дата обращения 15.02.2021).
3. Федеральная государственная информационная система «Информационно-аналитическая система в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://abdtп.ru/> (Дата обращения 15.02.2021).

UDC 621-192

GROUPING THE CAUSES OF FAILURE OF EMERGENCY EQUIPMENTS

Unisov M.M.

Gafarov A.M. Grand PhD, Professor

Academy of Ministry of Emergency Situations

Abstract. The article mentions that which is the actual issues of modern times, ways to increase the reliability of emergency rescue tools and equipment operating in different climatic conditions, aplying to constant loads.

Keywords: emergency rescue tools and equipment, external influences, refusal, fracture, chemical-thermal damages, deterioration, high-precision part, fragility, mechanical, molecular-mechanical and mechanical by corrosion.

Introduction. In modern times, the role of emergency rescue tools and equipment is irreplaceable in the rapid response to emergencies and extreme situations, as well as in the implementation of rescue and other urgent works. Tools and equipment, which are using in emergencies and extreme situations operate in a variety of atmospheric and climatic conditions[1]. The equipment and its parts are exposed to heat, moisture, dust, sand, radiation and other external influences, during in such situations. In addition, during the operation the details of the equipment have been subjecting to high dynamic and static loads, intensive deterioration and corrosion, also work in abrasive and corrosive environments, at high temperatures. In conclusion, in tools and equipment happen failures, also reducing the reliability and durability of their parts[2].

They are the urgent issues of the modern time, that condition of reliability of rescue tools and equipment, researching possible failures in their details, as well as methods of their prevention. Failures are divided into 2 (two) groups according to the period of occurrence in tools and equipment[3]:

1) *sudden refusals* – is a situation characterized by a sudden change in the state parameters of the equipment.

2) *gradual refusals* – is a case characterized by a gradual change in the production parameters of one or more parts

The following diagram reflects the factors that can cause the rejection of details, elements, equipment (diagram 1).

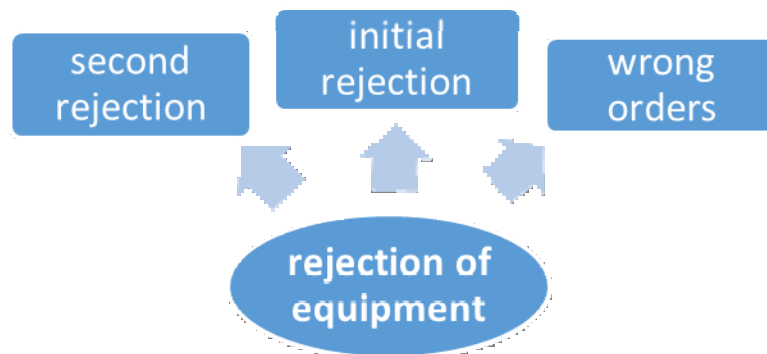


Diagram 1: factors for rejection of details

Faults that happen during the using of tools and equipment, researching for failures allow us to divide all types of spills of high-precision parts into three main groups 1 – deformations and fractures; 2 – chemical-thermal damages; 3 – deterioration[4].

Deformation of the parts occurs as a result of the applied load and can cause changes in the size and shape of the high-precision part. These changes are temporary in elastic deformations and permanent in plastic deformations[5]. If overloads are detected in time and the process is stopped immediately, this deformation may partially return to its original state over time. However, in practice it has shown that in this case, the part is subjected to such deformation and does not perform its function properly or its durability is sharply reduced.

One of the most common causes of parts of emergency equipment is cracks on the surface of each part[6]. These fractures are the result of the material collapsing under the influence of the applied load. As the amount of load increases, the parts have been successively subjecting to elastic and plastic deformation (photo 1).

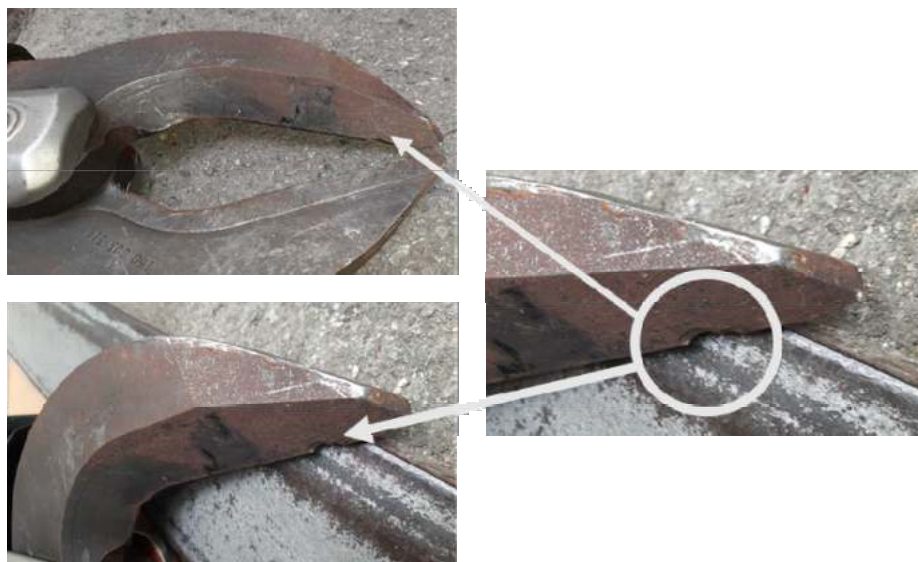


Photo1: cracks on the surface of emergecny equipment

Chemical and thermal damage is one of the types of failure of emergency equipment, especially their high-precision parts [7]. Chemical-thermal damage occurs mainly as a result of fragility when parts are subjected to any pre-damage or over-exploitation. The most common types of chemical-thermal damage include spillage, rupture, and corrosion.

The spillage of details is usually the result of exposing to high temperatures, which causes internal stresses. Another type of chemical-thermal damage that is characteristic of the inner surfaces of these parts is the rupture of micro-particles from the surfaces. This process is characterized by the removal of the surface layers of the detail and actualt, it is founding in cutting, spacing headers.

The most important reason for the failure of the details of emergency tools and equipment is the deterioration of friction surfaces. It is fact that 85-90% of equipment that loses its reliability due to friction surfaces, and the other 15-20% due to other reasons (breakage, collapse, etc.). Therefore, the study of the friction process is of particular importance.

Deterioration can be divided into two groups[8]:

- a) natural deterioration;
- b) rapid deterioration;

Natural deterioration is defined as deterioration in machine joints that occurs regularly and gradually, without causing premature failure of the machine. The working time of the compound in fast deterioration is many times shorter than in normal eating.

Deterioration is a complex process and is divided into mechanical, molecular-mechanical and mechanical by corrosion. [9]

Mechanical deterioration includes abrasive, fatigue and plastic deformation.

Molecular-mechanical deterioration refers to the types of erosion tearing by sticking, tearing by folding.

Corrosion by mechanical deterioration includes, oxidation, fretting, corrosion by deterioration, and deterioration by surfactants.

Conclusion. As mentioned above, emergency rescue tools and equipment operates in various types of extreme situations. Taking this into account, we can say that it is expedient to develop theoretical and experimental research methods in the development of methods to increase the reliability criteria of these tools and equipment, as well as their high-precision details.

REFERENCES

1. Сулейманов П.Г. Гафавов А.М. Исследование износостойкости тяжело загруженных деталей специального оборудования, работающих в чрезвычайных ситуациях методом математическово моделирования. Теоретическая и прикладная механика, Баку №3, 2010.

2. Jean-Bruno Marciacq, Loredana Bessone, Emergency Equipment for Wet Environments, Safety Design for Space Systems, 2009.
3. Loma Linda University, Emergency tools and rescue, 2016.
4. Берсудский Анатолий Леонидович, Технологическое обеспечение долговечности деталей машин на основе упрочняющей обработки с одновременным нанесением антифрикционных покрытий, Саратов 2008.
5. Ю.И. Ветошкин Н.А. Кошелева Исследование точности обработки деталей или заготовок из древесины. Екатеринбург 2013.
6. Zahid Kərimov, Maşın hissələrinin uzunömürlüyü, Bakı, “ELM” 2009.
7. İsa Xəlilov, Əşrəf Hüseynov, Şahid Yusubov, Maşınların etibarlılığı, Bakı – 2009.
8. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/emergency-equipment>.
9. <https://www.taproot.com/3-common-causes-of-equipment-failure-and-how-to-avoid-them>.

УДК 614.842

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ И ИХ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

Михалев Р.Н.

Навроцкий О.Д., кандидат технических наук

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Проанализированы значения гидравлического сопротивления напорных пожарных рукавов в зависимости от источника справочной информации. Исходя из проведенного анализа представляется необходимым проведение исследований для определения постоянных значений гидравлических сопротивлений пожарных рукавов разного диаметра. Также делается вывод об изменении значений пропускной способности напорных рукавов, которая может значительно отличаться от справочных данных.

Ключевые слова: пожарный рукав, гидравлическое сопротивление, пропускная способность.

RELEVANCE OF RESEARCHES OF HYDRAULIC RESISTANCE OF PRESSURE HOSES AND THEIR FLOW RATE

Mikhailiov R.N.

Navrotsky O.D., PhD in Chemical Sciences

Abstract. The values of the hydraulic resistance of pressure fire hoses are analyzed depending on the reference source. Based on the analysis carried out, it is necessary to conduct the researches to determine the constant values of the hydraulic resistances of fire hoses of different diameters. It is concluded that the values of flow rate of pressure hoses change which can significantly differ from the reference data.

Keywords: fire hose, hydraulic resistance, flow rate.

Напорные пожарные рукава являются одним из основных элементов систем тушения пожаров.

Пожарный рукав – это гибкий трубопровод оборудованный рукавными соединительными головками и предназначенный для транспортирования огнетушащих веществ. Рукава подразделяются на:

всасывающие рукава – предназначены для забора воды из водоисточника с помощью пожарного насоса и ее транспортирования;

напорно-всасывающие рукава – предназначены для забора воды из водоисточника или из системы противопожарного водоснабжения и ее транспортирования;

напорные рукава – предназначены для транспортирования огнетушащих веществ под избыточным давлением.

В настоящее время на вооружении в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям республики находятся напорные пожарные рукава различного диаметра, основные это 51, 66, 77 мм.

Производят напорные пожарные рукава из льняных и синтетических нитей в виде тканого круглого чехла с герметизацией его полимерными материалами или резиной. В отличие от жестких трубопроводов в мягких рукавах при подаче воды происходит изменение длины и площади поперечного сечения. Тонкая резиновая или латексная прокладка под напором воды вдавливаются в ткань рукава, вследствие чего шероховатость внутренней поверхности несколько увеличивается. Кроме того, прямая рукавная линия при удлинении рукавов принимает волнистую форму. Таким образом, с одной стороны, имеет место уменьшение потерь напора вследствие увеличения диаметра и, с другой стороны, возрастание потерь напора из-за удлинения рукавной линии и увеличения шероховатости. Проведенные исследования показали, что эти изменения в потерях напора уравниваются между собой, и поэтому их отдельно не учитывают, а относят к общим потерям в рукавах.

Гидравлические потери или гидравлическое сопротивление – безвозвратные потери удельной энергии (переход ее в теплоту) на участках гидравлических систем, обусловленные наличием вязкого трения [1].

В большинстве случаев гидравлические потери в пожарных рукавах составляют от 10 до 30 %. В большинстве случаев процент потерь зависит от таких факторов:

- условия, при которых применяются пожарные рукава (например температура окружающей среды), могут привести к расширению или же сужению рукава, и это отразится на проценте потерь.

- огнетушащие вещества (вода, водные растворы пенообразователей, смачивателей, полимеров), подаваемые по рукаву к очагу пожара, отличаются свойствами и по-разному контактируют с поверхностью пожарного рукава, соответственно и перемещаются с различной скоростью. И это также влияет на количество потерь.

Гидравлические потери в различных пожарных рукавах также возникают из-за сопротивления в соединительных, крепежных элементах, арматуре. Основная причина – это стремительное расширение или же сужение потока, его разделение или же перемена основного направления. Величина таких потерь может быть достаточно большой.

Гидравлический расчет потерь напора при движении воды в рукавах выполняется на основании справочных данных, приведенных для пожарных рукавов, и имеет ряд допущений.

Эффективность использования техники на пожаре во многом зависит от взаимного соответствия характеристик применяемого оборудования, и в первую очередь насосов, рукавов, стволов. Пропускная способность рукавов также зависит не только от их диаметра, но и от длины рукавных линий, способа ее прокладки, а также потерь напора, которые могут быть допущены для обеспечения нормальной работы насосов и стволов. Следовательно, для рукавов одного диаметра с известной величиной гидравлического сопротивления пропускная способность будет обусловлена допустимой величиной потерь напора и длиной рукавной линии.

Подача воды во время тушения осуществляется насосно-рукавными системами, вид которых определяется характером развития пожара и требованиями обеспечения быстрого и надежного его тушения.

Для упрощения расчетов рукавных систем экспериментально устанавливают величину гидравлического сопротивления одного пожарного рукава длиной 20 м при рабочих напорах, применяемых в практике пожаротушения.

Основными расчетами, связанными с эксплуатацией напорных пожарных рукавов, являются расчеты объема количества огнетушащего вещества и максимального расстояния его подачи, основанное на значении гидравлического сопротивления рукава соответствующего диаметра. Такие расчеты часто проводятся при проектировании систем противопожарного водоснабжения, а также при расчете насосно-рукавных систем подачи огнетушащих веществ от основной пожарной аварийно-спасательной техники. На пожарах, особенно крупных, личному составу зачастую приходится иметь дело с достаточно большим количеством напорных пожарных рукавов разного диаметра, соответственно и порядок расчета их гидравлических характеристик зависит от выбранной схемы соединения. Важно отметить, что проведение расчетов насосно-рукавных систем является важной частью тактической подготовки руководящего состава пожарно-спасательных подразделений и входит в перечень его прямых компетенций [2].

В различных справочных материалах значение гидравлического сопротивления напорного пожарного рукава может существенно различаться.

Таблица 1. Сведения о гидравлическом сопротивлении в зависимости от источника информации

Диаметр рукава, мм	[3]	[4]	[5]	[6]
51	0,0015	0,0013	0,0013	0,0012
66	0,00035	0,00034	0,00034	0,00023
77	0,00015	0,00015	0,00015	0,000117
89	0,00004	0,000035	0,00007	0,000046
150	0,0000046	0,0000046	0,000013	0,0000046

Исходя из проведенного анализа представляется необходимым проведение исследований для определения постоянных значений гидравлических сопротивлений пожарных рукавов разного диаметра.

Также немаловажной величиной при проведении расчетов является пропускная способность напорного рукава.

Пропускная способность рукавов ограничена не только из-за возрастания гидравлического сопротивления при повышении расхода, но и с целью недопущения гидравлического удара. Вероятность гидравлического удара и порыва рукава может быть сведена к минимуму: во-первых, снижением скорости движения воды в рукаве (расход воды должен быть менее полной пропускной способности рукава), во-вторых, организационными мероприятиями (исключение возможности одновременного перекрытия стволов, использование неперекрывных стволов, защита линий рукавными мостиками и так далее). [7]

Таблица 2. Сведения о пропускной способности в зависимости от источника информации

Диаметр рукава, мм	Пропускная способность, л/с		
	[3]	[4]	[7]
51	10,2	10,2	10,2
66	17,1	17,1	17,1
77	23,3	23,3	23,3
89	40	30	31,1
150			88,5

Однако отсутствуют точные критерии определения пропускной способности напорных пожарных рукавов. Особенно это необходимо для определения оптимального способа прокладки рукавных линий для обеспечения работы стволов.

Эту характеристику учитывают, планируя оптимальную схему тушения пожара на объектах. Она определяется, помимо вида магистрали и ее диаметра, длиной линий

и допустимым уровнем снижения напора. Каждый из этих факторов принимают во внимание, пропускная способность подбирается с некоторым запасом, чтобы избежать в важный момент неспособности магистрали подавать необходимый объем состава для тушения огня.

Исследования по выявлению фактической пропускной способности напорных пожарных рукавов эмпирическим методом проводились и опубликованы в [8].

Опыты проводились по определению фактической пропускной способности пожарных рукавов с внутренним гидроизоляционным слоем без наружного покрытия, рассчитанными на рабочее давление (P_p) 1,6 МПа, длиной 20 метров, с условным проходом (DN) 50 и 80 мм. Разрывное давление для применяемых рукавов не менее 3,5 МПа. Метод проведения испытаний – объемный, заключался в заполнении тарированной емкости объемом 1 м³ через один рукав. Испытания проводились при температуре окружающего воздуха от +7 до +12 °С и атмосферном давлении 755 – 768 мм рт. ст.

Таблица 3. Зависимость пропускной способности (л/с) от давления

Диаметр рукава, мм	$P=0,4$ МПа	$P=0,6$ МПа	$P=0,8$ МПа	$P=1,0$ МПа
51	9,7	11,6	13,6	19,5
77	25,5	31,5	38,5	44,8

Также в ходе исследований было установлено, что пропускная способность рукавов с диаметром 51 мм, с внутренним гидроизоляционным слоем без наружного покрытия, рассчитанными на $P_p=1,6$ МПа в зависимости от напора на насосе и условий окружающей среды, может достигать до 22 л/с, а рукавов с внутренним диаметром 77 мм – до 47 л/с при аналогичных условиях. [8]

Проведенный анализ технических нормативно-правовых актов показывает, что имеющиеся документы не определяют четкие требования к гидравлическому сопротивлению напорных пожарных рукавов, также значения сопротивления не указывают производители. Пропускная способность напорных пожарных рукавов может значительно отличаться от справочной, что может существенно повлиять на выбор оптимальных и рациональных схем боевого развертывания и прокладки рукавных линий, а также повлиять на успех тушения пожара.

Поэтому для находящихся в настоящее время в эксплуатации пожарных рукавов требуется достаточно точное определение гидравлического сопротивления в реально значимых диапазонах изменений определяющих параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидравлические потери или гидравлическое сопротивление [Электронный ресурс] / Материал из Википедии – свободной энциклопедии. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8 – Дата доступа: 04.03.2021.
2. Малютин О.С., Васильев С.А. Проблема гидравлического расчета насосно-рукавных систем в пожарной тактике/ Малютин О.С., Васильев С.А. // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2018. – №4(11). – С. 67–72.
3. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 288с.: ил.
4. Терехнев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений / В.В. Терехнев. - М.: Пожкнига, 2004 г. - 248с.: ил.
5. Ходаков В.Ф. Гидравлика в пожарном деле./ В.Ф. Ходаков – М.: Высшая школа МООН РСФСР, 1965.-204с.
6. Инструкция о порядке эксплуатации пожарных рукавов в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям: приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 07 октября 2019 г., № 300 .

7. Рекомендации по технологии тушения пожаров в зданиях и сооружениях, а также резервуарных парков, с помощью современных многофункциональных ручных и лафетных пожарных стволов.
8. Арканов П.В., Степанов О.И., Лемеш В.Л., Савушкин А.Н. Выявление фактической пропускной способности пожарных рукавов эмпирическим методом / Арканов П.В., Степанов О.И., Лемеш В.Л., Савушкин А.Н. // Техносферная безопасность. – 2014. – №2(3) -. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://uigps.ru/nauka/tekhnosfernaya-bezopasnost-nauchnyy-elektronnyy-zh/soderzhanie-zhurnala--2-3/>

УДК 661.174

ВЛИЯНИЕ ХЕМОСОРБЦИИ ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ ГОРЕНИЯ НА ПОЛИЭФИРНОМ ВОЛОКНЕ НА ОСОБЕННОСТИ ИХ ОГНЕЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ

Назарович А.Н.

Рева О.В., кандидат химических наук, профессор

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Исследованы закономерности термоокислительной деструкции полиэфирных волокнистых материалов, модифицированных аммонийно-фосфатными замедлителями горения различного химического и гранулометрического состава.

INFLUENCE THE COMBUSTION RELEASES CHEMOSORPTION ON POLYESTER FIBER TO FEATURES THEIR FIRE-PROTECTIVE ACTION

Nazarovich A.N.

Reva O.V., PhD in Chemical Sciences, Associate Professor

Abstract. The laws of thermo-oxidative destruction polyester fiber materials, modified of ammonium phosphate flame retardants with different chemical and particle size distribution was investigated.

Одним из удобных и экономичных способов придания огнестойкости текстильным материалам по сравнению с методами модификации химического состава полимеров и введения замедлителей горения в их расплавы является пропитка растворами и суспензиями антипиренов [9-13]. Для поверхностной огнезащитной обработки синтетических волокон, в том числе полиэфирных, применяют смеси, включающие галоидалкиловые и аллиловые эфиры фосфорной или фосфоновых кислот и другие органические соединения в основном твердофазного действия, образующие при воздействии пламени единую коксующуюся систему [10-13]. Неорганические композиции используют значительно реже, так как их гораздо труднее привить к полимерной поверхности. Механизм огнезащитного действия неорганических антипиренов при поверхностной химической прививке недостаточно изучен, и в литературе очень мало данных о влиянии химического и гранулометрического состава сложносоставных неорганических ингибиторов горения на закономерности термодеструкции модифицированных синтетических волокон.

Ранее нами установлено, что на поверхности полиэфирных волокон можно осуществить водостойкое закрепление без высокотемпературных обработок тех замедлителей горения, которые химически взаимодействуют с полимерной матрицей.

Данному условию отвечают композиции SiAH 6,5-20 и SiAHS-10 – сложносоставные дисперсные системы на основе аммонийных фосфатов двух- и трехвалентных металлов, содержащие коллоидные частицы на основе многовалентных металлов с размерами не более 50 нм. В отличие от огнезащитных композиций на основе фосфоаминотетразола (ФАТ) и $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, представляющих собой истинные растворы; и композиции АН-10, которая является грубодисперсной суспензией с размерами частиц в десятки микрон. В соответствии с этим представляло интерес выяснить, как происходят термические превращения огнезащитного различными композициями полиэфирного волокна, которые реализуются в предпламенной зоне конденсированной фазы при их горении.

Методом термогравиметрического и дифференциально-калориметрического анализа установлено, что при нагреве необработанного волокна потеря массы исследуемым образцом за счет отщепления мономеров и дефектных концевых групп начинаются при температуре $\sim 320^\circ\text{C}$, Рис. 1а, кривая 1. Выделение газообразных продуктов деструкции макромолекул ПЭТФ и монозвеньев с очень значительной потерей массы $\sim 80\%$ резко интенсифицируется при достижении 420°C . По мере дальнейшего повышения температуры при $546,8^\circ\text{C}$ начинается пламенное горение газообразных продуктов разложения полиэфира со значительным выделением тепла – 4476 Дж/г, Рис. 1 б, кривая 1. После сгорания немодифицированного полиэфирного волокна остаточная коксовая масса составляет всего 1,44 % от исходной.

В случае полиэфирных волокон, огнезащитных органической композицией ФАТ, закономерности их термодеструкции и горения мало отличаются от необработанных, Рис. 1а, кривая 2. Процессы выделения газообразных продуктов термодеструкции и разрушения мономеров с весьма существенной потерей массы $\sim 76,3\%$ резко интенсифицируются при достижении $444,8^\circ\text{C}$, Рис. 1а, кривая 2. Пламенное горение газообразных продуктов разложения полиэфира начинается при $547,6^\circ\text{C}$ со значительным выделением тепла – 2542 Дж/г, остаточная коксовая масса составляет 6,49 % от исходной. Таким образом, по сравнению с необработанным образцом, лишь несколько затормаживается процесс термодеструкции полиэфира, а пламенное горение летучих продуктов начинается практически при той же температуре. Практически такие же закономерности обнаружены для полиэфирных волокон, обработанных $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ и АН-10.

В случае обработки полиэфирных волокон огнезащитной композицией SiAHS-10 наблюдается принципиальное изменение механизма термодеструкции полимерного материала, Рис. 1а, кривая 4. Несмотря на то, что потеря массы образцом начинается при 180°C , этот эффект соответствует скорее началу разложения замедлителя горения, при этом к 300°C потеря массы образцом составляет всего 2,38 %. Сложный вид дифференциальной кривой термодеструкции в области температур $190\text{--}385^\circ\text{C}$, на которой наблюдается несколько отчетливых минимумов при $192,9$, $256,2$ и $341,1^\circ\text{C}$, можно отнести к плавлению или разложению компонентов огнезащитной композиции с поглощением значительного количества тепла (1038 Дж/г), которые блокируют процесс деструкции полиэфирных волокон.

Разложение модифицированного полиэфирного волокна на мономеры и их разрушение с потерей массы $\sim 52,66\%$ начинается только после 340°C ; причем пламенное горение газообразных продуктов деструкции отсутствует – выделения соответствующего количества теплоты не зафиксировано вплоть до 600°C , Рис. 1 б, кривая 4. Остаточная коксовая масса 26,47 % почти в 10 раз превышает остаточную массу для необработанного полиэфирного материала.

В случае обработки полиэфирного волокна огнезащитной композицией SiAH 6.5-20 также характерно существенное изменение термодеструкции материала, Рис. 1, кривые 3. Потеря массы исследуемым образцом до 360°C происходит очень незначительно, до 4,7-7 %. В области температур $140\text{--}400^\circ\text{C}$ происходят эндотермические процессы расплавления и разложения замедлителя горения, хотя и не так ярко выражено, как в случае огнезащитной композиции SiAHS-10 , Рис. 1 б, кривые 3, 4; но разрушение полимера и выход продуктов его деструкции в газовую фазу также явно замедлены. Активная потеря массы образцом за счет распада полимерного скелета и деструкции мономеров происходит начиная с 380°C ,

пламенное горение летучих продуктов деструкции также отсутствует. Остаточная коксовая масса материала доходит до 35,6 %.

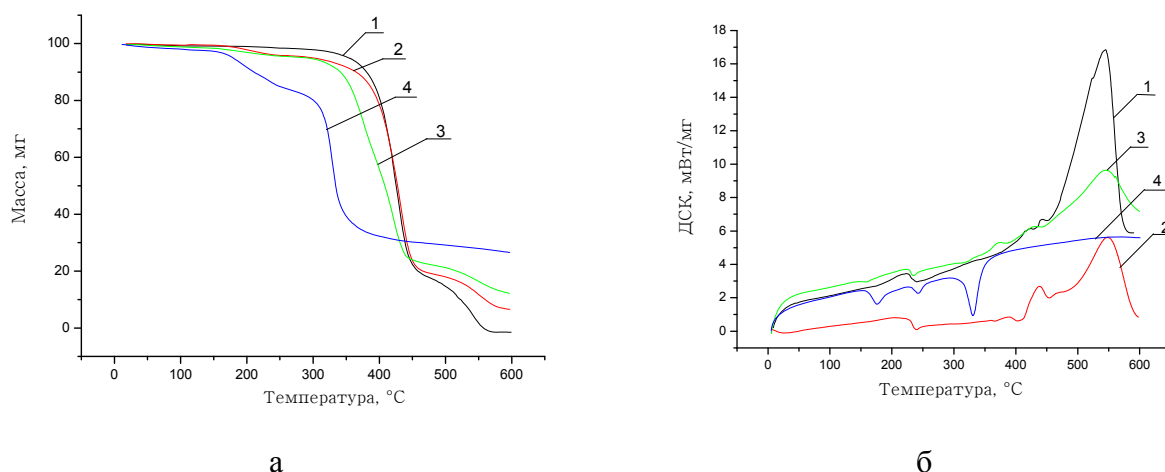


Рисунок 1 – Термогравиметрические (а) и дифференциально-калориметрические (б) кривые: 1 - для исходного полиэфирного материала, 2 - прошедшего огнезащитную обработку огнезащитной композицией ФАТ, 3 - композицией СиАН 6,5-20, 4 – композицией СиАНС-10

Существенное падение тепловыделения при термоллизе огнезащищенного полиэфирного волокна может быть обусловлено как образованием термоизолирующих расплавов и вспененных структур, так и выходом летучих ингибиторов горения в газовую фазу. Резкое возрастание массы коксового остатка свидетельствует об образовании твердого органо-минерального стеклоподобного слоя на границе раздела фаз, препятствующего тепло-массообмену, что подтверждается при проведении огневых испытаний. Таким образом, результаты термогравиметрического и дифференциально-калориметрического анализа позволяют утверждать, что несмотря на то, что в приповерхностном слое полиэфирных волокон находится довольно небольшое количество неорганического ингибитора горения (4,75-9,05 мг/см³), в случае его хемопривязки к полимерной матрице обеспечивается замедление термодеструкции полиэфира и выхода ее продуктов в газовую фазу; а также формирование массивного стеклоподобного коксового слоя на границе раздела фаз, что приводит к исчезновению пламенного горения материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Константинов Н.И., Еремина Т.Ю., Николаева Е.А., Альменбаев М.М. Особенности выбора огнезащитных составов для текстильных материалов // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27, № 9. С. 17-25.
2. Кейбал Н.А., Каблов В.Ф., Бондаренко С.Н., Головешкина О.В., Назарова Д.Г. Разработка пропиточных составов на основе фосфорборсодержащего метакрилата для повышения сорбционных свойств полиэфирных нитей // Известия ВолгГТУ. Сер. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. Волгоград, 2015. № 4 (159). С. 76-80.
3. Зубкова Н.С., Антонов Ю.С. Снижение горючести текстильных материалов. Решение экологических и социально-экономических проблем // Российский химический журнал. 2002. Т. 46, № 1. С. 96–102.
4. Гоношилов Д.Г., Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Бондаренко С.Н. Новые пропиточные огнезащитные составы на основе фосфорборсодержащего олигомера полиакриламида // Фундаментальные исследования. 2011. № 8, ч. 3. С. 627–630.
5. Фазуллина Р.Н., Красина В.Н., Илюшина С.В., Минязова А.Н. Исследование теплопроводности текстильных материалов, пропитанных вспучивающимся антипиреном методом дифференциально-термического анализа // Вестник технологического университета. 2016. Т. 19, № 7. С. 86-88.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ ТУШЕНИЯ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИМИ СОСТАВАМИ С УДЛИНЕННЫМ СТВОЛОМ КОЛЕНЧАТОГО ТИПА

Остапов К.М., кандидат технических наук

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Предложена установка тушения гелеобразующими составами с удлиненным стволом коленчатого типа для тушения пожаров в многоэтажных зданиях. Рассмотрены и приведены принцип работы установки пожаротушения гелеобразующими составами с удлиненным стволом.

Ключевые слова: гелеобразующие составы, удлиненный ствол, установка тушения.

DEVELOPMENT OF THE STRUCTURE OF THE EXTINGUISHING INSTALLATION WITH GEL-FORMING COMPOSITIONS WITH EXTENDED CRANKSHAFT

Ostapov K.M., PhD in technical sciences

National University of Civil Defense of Ukraine

Abstract. The installation of extinguishing gel-forming compositions with an elongated cranked trunk for extinguishing fires in multi-storey buildings is proposed. The principle of operation of the fire extinguishing system with gel-forming compositions with an elongated barrel is considered and given.

Keywords: gel-forming compositions, elongated barrel, quenching installation.

Установлено, что тушение пожаров гелеобразующими составами (ГОС) является перспективным направлением повышения эффективности тушения, особенно в многоэтажных зданиях и сооружениях различного функционального назначения, поскольку позволяет предотвратить побочные убытки от заливки нижних этажей.

Необходимо отметить, что вообще существуют средства пожаротушения гелеобразующими соединениями. В определенных условиях они обеспечивают пожаротушения мелкораспыленными струями из небольших, опасных для пожарного-спасателя расстояний, а также - компактными и плоско-радиальными струями с несколько больших расстояний. Но это происходит с не всегда достаточной эффективностью их использования, что связано с завышенными расходами компонент ГОС [1]. Таким образом, научно-техническая проблема заключается в обоснованной разработке негабаритных технических средств пожаротушения мелкораспыленными гелеобразующими составами из безопасных для спасателя расстояний. Естественно, эта проблема может быть решена только путем разработки новых установок пожаротушения гелеобразующими соединениями с учетом требований безопасности труда и рационального использования компонент ГОС.

Для реализации подачи мелкораспыленной струи ГОС с безопасной для спасателя расстояний, разработана новая конструкция установки тушения гелеобразующими составами с удлиненным стволом коленчатого типа, конструкция которой изображена на рис. 1. В основу ее конструирования поставлена задача уменьшения расходов ГОС с одновременным обеспечением безопасной дистанции от пожарного-спасателя к очагу пожара (для переносных средств пожаротушения минимум 3 м). Поставленная задача решается путем использования в новой установке удлиненного ствола, который содержит трубки для магистрального параллельного представления жидкостных компонент ГОС и установленного на их выходных концах объединительного насадка-смесителя

с распылителем. При этом для удлинения ствола он изготовлен в виде 2-3-х коленчатой конструкции. Выходные концы которой объединены насадком-смесителем с распылителем, где потоки жидких компонент ГОС соединяются и измельченные распылителем их капли подаются в очаг пожара.

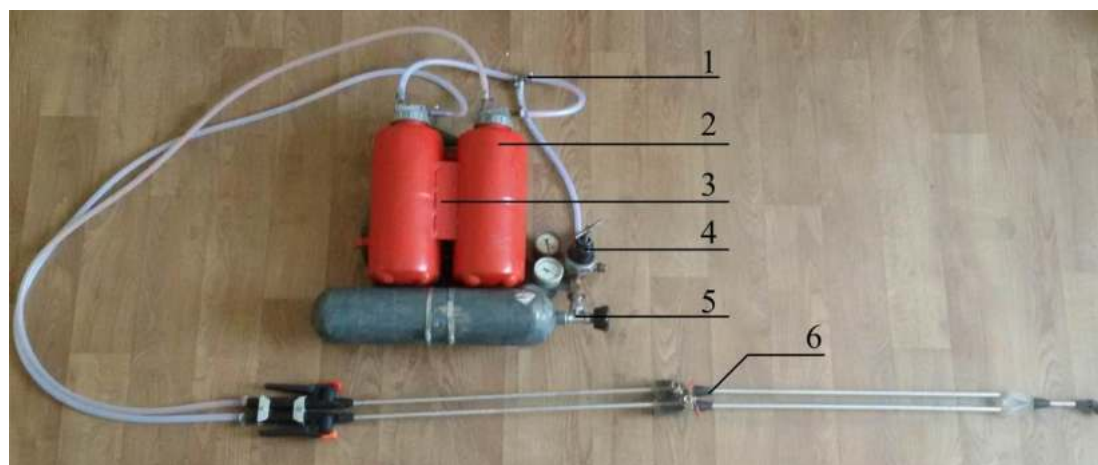


Рис. 1. Установка тушения гелеобразующими составами с удлиненным стволом коленчатого типа: 1 - система соединительных гибких шлангов; 2 - емкости с растворами ГОС; 3 - рама установки; 4 - редуктор с указателями давления (манометрами) 5 - баллон со сжатым воздухом; 6 - удлиненный коленчатый ствол;

Основным элементом новой установки тушения гелеобразующих составами является удлиненный коленчатый ствол-смеситель с распылителем, что позволяет менять дисперсность струи ГОС. Он содержит:

- трубы магистралей доставки компонент ГОС;
- на их выходных концах специальный насадок-смеситель с распылителем, что позволяет варьировать дисперсность распыления ГОС в пределах 0,5-5 мм. При этом для удлинения ствола он изготовлен в виде двух трубчатых магистралей как 2-3-х коленчатая конструкция с длиной колена в 1 м.

Принцип работы установки заключается в следующем.

За счет баллона со сжатым воздухом и редуктора, в емкостях с компонентами ГОС обеспечивается постоянное значение давления в 4 МПа. В результате при нажатии рукоятки ствола осуществляется представление двух независимых струй компонент ГОС параллельно по трубкам коленчатого ствола. В дальнейшем происходит их смешиванием в специальном насадке-смесителе и подачи на тушение через распылитель мелкораспыленной струи ГОС.

Применение установки тушения с удлиненным стволом коленчатого типа позволяет осуществлять подачу мелкораспыленной струи ГОС с расстояния в 3-5 м, тем самым реализуя безопасность работы спасателя. Использование в конструкции распылителя позволяет изменять размер капель ГОС, а это значительно упрощает проведение экспериментов, по определению оптимального значения дисперсности ГОС. Компактность в сложенном состоянии и простота разворачивания в рабочее положение, обеспечивает удобство транспортировки и оперативности задействования в быстро меняющихся условиях пожара.

Как известно, основными механизмами прекращения горения являются: охлаждение зоны горения или горящего вещества, разбавление веществ, участвующих в горении, изоляция горючих веществ от зоны горения, ингибирование химической реакции окисления. Гелеобразующие составы в той или иной степени обладают всеми механизмами прекращения горения. Так как основную часть таких составов представляет вода, то им присуще высокое охлаждающее действие. При испарении ГОС образуются пары воды, которые обеспечивают эффект разбавления. После испарения воды из слоя геля образуется слой ксерогеля, который проявляет изолирующее действие. В состав гелеобразующей

композиции возможно введение ингибиторов горения, что позволяет увеличить огнетушащее действие таких составов. Таким образом организация тушения пожаров с применением гелеобразующих соединений считается весьма перспективным направлением, особенно в многоэтажных зданиях и сооружениях различного функционального назначения.

Существующие средства пожаротушения гелеобразующих соединениями обеспечивают тушение мелкораспыленной струями из опасной для пожарного-спасателя расстояния или компактными и плоско-радиальными с безопасного расстояния, однако с чрезмерными затратами компонент ГОС [2]. Учитывая указанное, использование существующих средств не безопасно и недостаточно эффективно.

Решение указанных вопросов обеспечивается применением установки тушения гелеобразующими составами с удлиненным стволом коленчатого типа. Ее конструкция позволяет осуществлять тушение ГОС с безопасной для пожарного спасателя расстояния в 3-5 метров. Компактность в сложенном состоянии и простота разворачивания в рабочее положение, обеспечивает удобство транспортировки и оперативности задействования [3].

Одним из важнейших показателей эффективности ГОС является их показатель огнетушащей способности, однако при ранее проведенных исследованиях, влияние на огнетушащую способность, диаметра капель и интенсивности распыления ГОС не рассматривался. Поэтому для определения оптимального значения дисперсности и интенсивности распыления ГОС проводились сравнительные испытания по тушению модельных очагов 1А, что характеризовало эффективность тушения в различных режимах работы. По результатам сравнительных испытаний получены рациональные значения размера капель 1 мм и интенсивности распыления ГОС 0,6 кг с, что позволило погасить модельный очаг 1А с расходом ГОС 2,5 кг. Таким образом, применение разработанной установки позволяет уменьшить потери гелеобразующих составов в 1,5 раза по сравнению с существующими средствами тушения ГОС и в 3,5 раза по сравнению с тушением водой. Полученные результаты исследования дают основания считать перспективным проведения дальнейшей работы в этом направлении.

Во время практического внедрения могут возникнуть трудности с надежностью коленчатой конструкции удлинение ствола. Действительно, во время исследовательских испытаний действующего образца новой установки пожаротушения было установлено, что для обеспечения удобства варьирования удлинение ствола на практике целесообразно его изготавливать 3-х или 5-ти коленчатым. А также не использовать в серийных конструкциях алюминиевых и полимерных материалов, которые при длительном воздействии высоких температур деформируются. Но эти вопросы не сложно решить путем применения современных огнеупорных материалов. Кроме того, коленчатый способ продления ствола может быть заменено на телескопический, который является более удобным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кириченко І.К. Бінарна подача гелеутворюючих складових на об'єкти пожежогасіння установкою АУГГУС-М / І.К. Кириченко, В.В. Сировой, К.М. Остапов, Ю.Н. Сенчихин, // Проблеми пожежної безпеки. – Харків: НУГЗУ, 2019. – Вып. 45. – С. 65-72.
2. K. Ostapov, I. Kirichenko, Y. Senchykhyn, V. Syrovyi, D. Vorontsova, A. Belikov, A. Karasev, H. Klymenko, E. Rybalka Improvement of the installation with an extended barrel of cranked type used for fire extinguishing by gel-forming compositions // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. 4(10 (100)). P. 30–36. doi: 10.15587/1729-4061.2019.174592.
3. Остапов К.М. Експериментальне дослідження установки пожежогасіння дрібнорозпиленними струменями / К.М. Остапов, В.В. Сировой, Ю.Н. Сенчихин, В.Г. Аветісян // Проблеми пожежної безпеки. – Харків: НУГЗУ, 2019. – Вып. 46. – С. 119-125.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ УСТАНОВКИ ТУШЕНИЯ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИМИ СОСТАВАМИ

Остапов К.М., кандидат технических наук

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Повышена надежность и эффективность в эксплуатации установки пожаротушения гелеобразующими составами при пожаротушении, за счет конструктивного усовершенствования, которое предупреждает обратное движения гелеобразующих составов из емкостей их хранением в баллонах со сжатым воздухом при критическом уменьшенные давления в баллонах со сжатым воздухом.

Ключевые слова: гелеобразующие составы, обратный клапан, установка тушения.

IMPROVEMENT OF THE AUTONOMOUS INSTALLATION OF EXTINGUISHING WITH GEL-FORMING COMPOSITIONS

Ostapov K.M., PhD in Technical Sciences

National University of Civil Defense of Ukraine

Abstract. Increased reliability and efficiency in the operation of fire extinguishing gels with fire extinguishing compositions, due to design improvements that prevent the reverse movement of gelling compositions from the tanks by storing them in compressed air cylinders at critically reduced pressures in compressed air cylinders.

Keywords: gel-forming compositions, check valve, extinguishing installation.

Установка относится к устройствам пожаротушения и может быть использована при тушении твердых горючих материалов, в исследовательских целях при создании инструкций тактико-технического обеспечения пользователям автономных установок дистанционного пожаротушения, а также для защиты соседних с очагом пожара объектов (территорий) путем их предварительной обработки огнезащитным составом.

Известная автономная установка пожаротушения гелеобразующими составами АУГГОС [1], которая осуществляет тушение пожаров класса А с использованием водных растворов гелеобразующих составов (ГОС).

В ней для повышения эффективности пожаротушения используется для тушения пожаров огнезащитные гелеобразующие составы, состоящие из двух отдельно хранимых и одновременно подаваемой на очаг пожара компонент. Первая из них представляет собой водный раствор силиката щелочного металла. Вторая - водный раствор веществ, взаимодействующих с первой компонентой, с образованием устойчивого геля, слой которого достаточно прочно самозакрепляется на вертикальных и наклонных поверхностях.

Недостатки установки АУГГОС вытекают из того, что ее применение не регламентировано данным баллистики струй двух водных растворов компонент ГОС, которые априори связаны с синергическим эффектом смешивания струй двух водных растворов компонент ГОС. Причем, их смешивания осуществляется за счет удержания стволов-распылителей в ручном режиме, то есть «на глаз» оцениваются пространственные позиции стволов-распылителей, которые нацеливают на очаг пожара примерно, к тому же произвольным образом реализуется ориентация общего подачи струй компонентов ГОС на объект пожаротушения.

Другими словами, использование установки АУГГОС без дополнительных комплектующих и соответствующего тактико-технического обеспечения не исключает

ошибок преждевременного образования капель геля в процессе движения бинарного потока ГОС после прицеливания в очаг пожара. В результате капли несвоевременно образованной смеси не застывшего геля будут выпадать «в осадок» на подступах приближения к объекту пожаротушения, и эффективность использования ГОС для пожаротушения этими установками снизится.

Наиболее близким по сути к предлагаемой конструкции является установка дистанционного тушения пожаров гелеобразующих составами [2], которая содержит несущий каркас (раму), где установлены: две емкости с гелеобразующих составами (ГОС) и два баллона со сжатым воздухом, имеют индикаторы визуального контроля давления в емкостях, которые объединены редуктором прямого действия, причем компоненты ГОС, содержащиеся в емкостях под давлением сжатого воздуха, благодаря системе соединительных гибких шлангов находятся и в стволах-распылителях, которые имеют по одному крана для их закрытия и открытия, что связано с отдельной или общей подачей компонент ГОС на объект пожаротушения, а также на несущем каркасе (на раме) установлено дополнительно приспособления наведения стволов-распылителей на объект пожаротушения с верификацией по углам подъема, углах рыскания, высоте и базовой ширине симметричного размещения с фиксацией стволов-распылителей.

Общим недостатком такого устройства является возможность обратного движения компонент ГОС из емкостей их хранением к баллону со сжатым воздухом при критическом уменьшенных давления в баллоне со сжатым воздухом. Учитывая химические свойства гелеобразующих составов, это приводит к выходу из строя редуктора и баллона со сжатым воздухом, в результате чего дальнейшая работа с установкой становится невозможной и приводит к материальным потерям на ремонт поврежденных частей установки.

В основу предлагаемой установки тушения поставлена задача создания устройства, в котором за счет предложенного конструктивного усовершенствования, которое заключается в том, что на входе в емкости хранения компонент ГОС на пути движения воздуха от баллонов со сжатым воздухом дополнительно установлены обратные клапаны, которые препятствуют обратному движения компонент ГОС из емкостей их хранения к баллону со сжатым воздухом при критическом уменьшенных давления в баллоне со сжатым воздухом. Этими мерами никак не осложняется конструкция установки, которая становится удобной, надежной, качественной и эффективной в эксплуатации, к тому же позволяет значительно упростить и ускорить процесс изменения баллонов со сжатым воздухом, без уменьшения давления в емкостях хранения ГОС.

Поставленная задача решается тем, что в установке пожаротушения гелеобразующими составами, содержащая несущий каркас (раму), где установлены: две емкости с гелеобразующих составами и два баллона со сжатым воздухом, имеют индикаторы визуального контроля давления в емкостях, которые объединены редуктором прямой действия, причем компоненты ГОС, содержащиеся в емкостях под давлением сжатого воздуха, благодаря системе соединительных гибких шлангов находятся и в стволах-распылителях, которые имеют по одному крана для их закрытия и открытия, что связано с отдельной или общей подачей компонент ГОС на объект пожаротушения; на несущем каркасе (на раме) установлено приспособление наведения стволов-распылителей на объект пожаротушения с верификацией по углам подъема, углах рыскания, высоте и базовой ширине симметричного размещения и фиксации стволов-распылителей; на входе в емкости хранения компонент ГОС на пути движения воздуха от баллонов со сжатым воздухом дополнительно установлены обратные клапаны, которые препятствуют обратному движению ГОС из емкостей их хранением к баллону со сжатым воздухом [3].

На рис.1 изображена установка, предложенная комплектующими ее элементами: рама тележки установки 1; емкости с водными растворами составляющих ГОС 2, баллоны со сжатым воздухом 3; обратные клапаны 4, редуктор с указателями давления (манометрами) 5; система соединительных гибких шлангов 6; два ствола-распылителя 7; приспособления для наведения стволов 8.

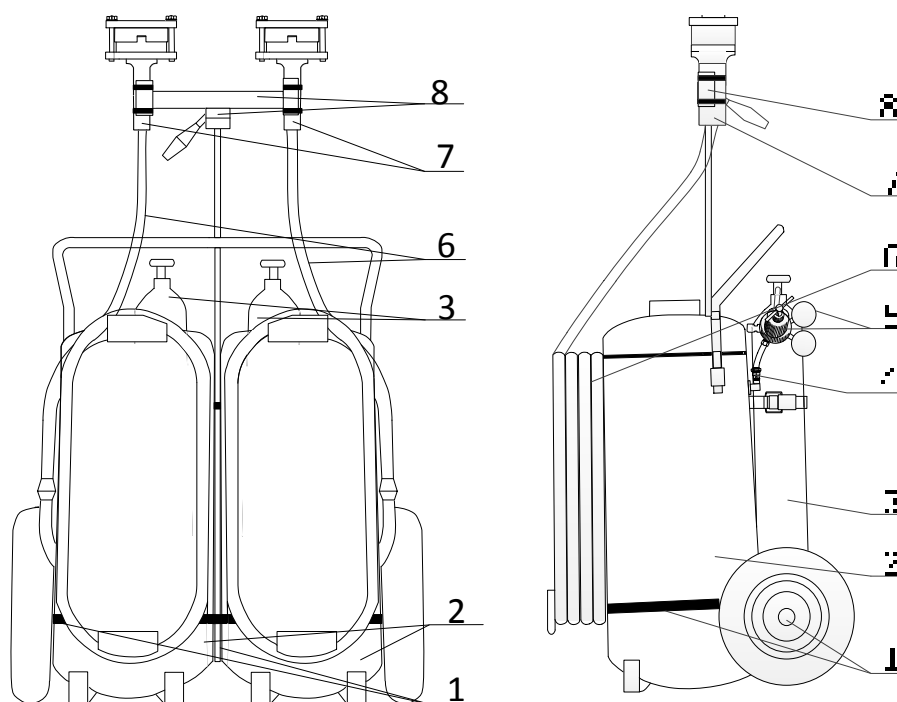


Рис. 1. Усовершенствованная автономная установка тушения гелеобразующими составами

Новая установка пожаротушения гелеобразующими составами работает следующим образом. С помощью баллона со сжатым воздухом 3 и редуктора прямого действия 5, при прохождении воздуха через обратные клапаны 4, создается необходимое рабочее давление в емкости с водными растворами составляющих ГОС 2, под давлением водные растворы ГОС благодаря системе соединительных гибких шлангов 6 попадают в стволораспылителей 7 и далее специальным приспособлением для наведения стволов 8 направляются на объект пожаротушения.

Новое устройство таким образом не утяжеляет конструкцию установки пожаротушения гелеобразующими составами и препятствует обратному движению ГОС из емкостей их хранения к баллону со сжатым воздухом, а также позволяет значительно упростить и ускорить процесс изменения баллонов со сжатым воздухом, без уменьшения давления в емкостях хранения ГОС, тем самым повышает ремонтопригодность, надежность и эффективность предложенной установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.А. Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышения эффективности применительно к пожарам класса А / Ю.А. Абрамов, А.А. Киреев. – Харьков: НУГЗУ, 2015. – 254 с.
2. Пат. 118440 Україна, МПК А62 С31/00, А62 С31/02. Установка дистанційного гасіння пожеж гелеутворюючими складами / Голендер В.А., Росоха С.В., Сенчихин Ю.Н., Сировой В.В., Остапов К.М. – заявник і патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – № 201701600. Заявл. 20.02.2017; Надр. 10.08.2017; Бюл. 15. – 5 с.
3. Пат. 131434 Україна, МПК А 62 С 31/00, А 62 С 31/02. Установка гасіння пожеж гелеутворюючими складами / Голендер В.А., Сенчихин Ю.Н., Сировой В.В., Остапов К.М. – заявник і патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – № u201808409. Заявл. 01.08.2018; Надр. 10.01.2019; Бюл. 1. – 5 с.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МАГНИТОЖИДКОСТНОГО УПЛОТНЕНИЯ С ЭЛАСТОМЕРНЫМ МАТЕРИАЛОМ ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ ПОЖАРНЫХ НАСОСОВ

Палин Д.Ю.

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Установлено, что для герметизации насосного оборудования в пожарной технике применяется манжетное уплотнение. Предложена конструкция магнитожиждкостного уплотнения, обладающая более высокой герметизацией, меньшим моментом трения и повышенным удерживающим перепадом давлений.

Ключевые слова: манжетное уплотнение, магнитожиждкостное уплотнение, магнитная индукция, магнитная жидкость.

DEVELOPMENT OF THE DESIGN OF A MAGNETOFLUIDIC SEAL WITH AN ELASTOMERIC MATERIAL FOR SEALING THE BEARING UNITS OF FIRE PUMPS

Palin D.Yu.

Abstract. It is established that for sealing of the pumping equipment in fire equipment, the cuff seal is applied. The design of a magnetofluidic seal with higher sealing, lower friction moment and increased holding pressure drop is proposed.

Keywords: lip seal, magnetic fluid seal, magnetic induction, magnetic fluid.

Как известно, насосное оборудование, которое установлено в пожарной технике, служит для подачи огнетушащих веществ в зону горения. Следовательно, главной задачей является обеспечение герметичности и долговечности такого оборудования. Работоспособность центробежных насосов во многом определяется совершенством его герметизации. Герметизация насоса по валу производится резиновыми манжетами (сальниками), размещаемыми в специальном уплотнительном стакане, представленном на рисунок 1 а, б [1, 2].

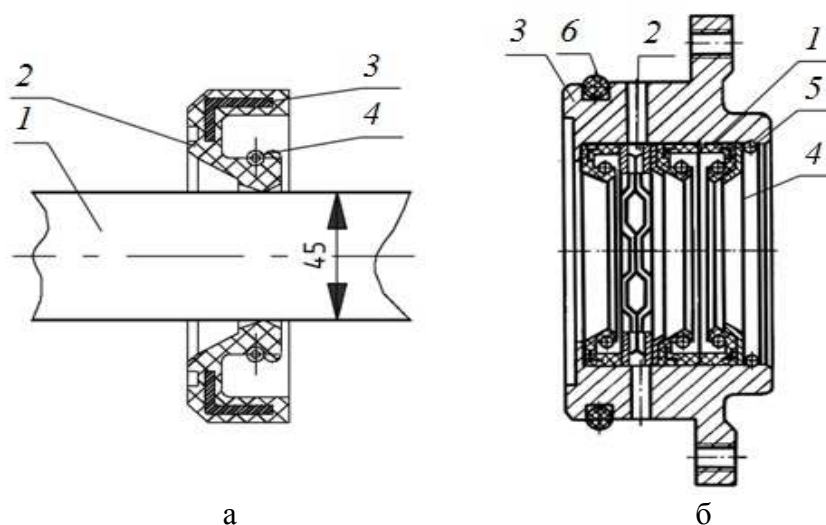


Рисунок – 1 Уплотнительный стакан: а: 1 – вал насоса; 2 – манжета; 3 – стальной каркас; 4 – пружина; б: 1 – манжета; 2 – кольцо; 3 – корпус; 4 – упорное кольцо; 5 – стопорное кольцо; 6 – резиновые кольца

Как видно из рисунка 1, в состав уплотнительного стакана входит манжета, которая имеет относительно высокий износ в зоне контакта с подвижным элементом. За счет трения сопряженных элементов манжетное уплотнение вала изнашивается, тем самым ухудшается герметичность подвижного узла насосного оборудования, вследствие чего забор воды затрудняется [2, 3].

С целью обеспечения герметичности и продления ресурса подшипникового узла насосного оборудования предлагается конструкция магнитожидкостного уплотнения, представленная на рисунок 2 а, б.

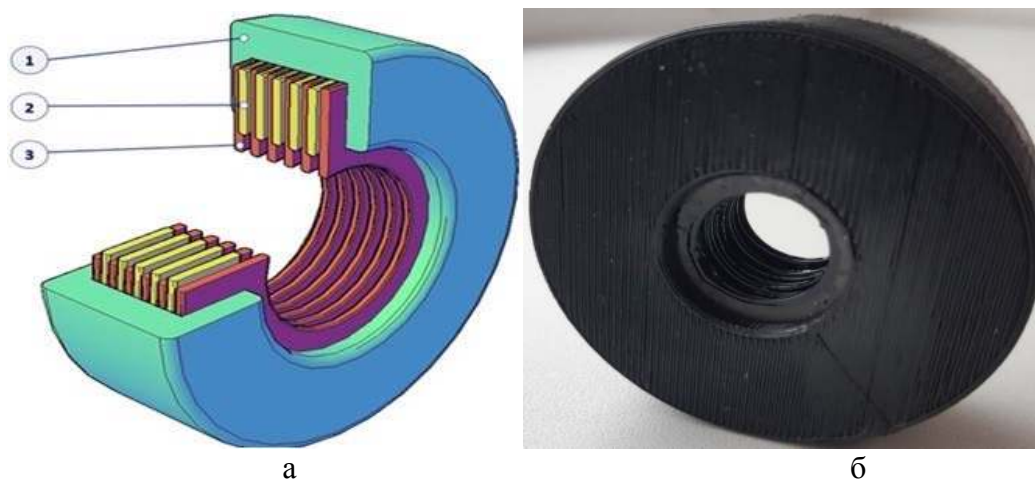


Рисунок – 2 а: Трехмерная модель комбинированного магнитожидкостного уплотнения, где:
1 – корпус, 2 – магнитоэластомерные шайбы, 3 - шайбы из немагнитного материала;
б: Фотография уплотнения в сборе

С использованием технологии трехмерной печати по выполненным моделям были изготовлены основные детали уплотнения. Для изготовления деталей использовался ABS пластик. В качестве источника магнитного поля использовался магнитный винил толщиной 1 мм, из которого изготавливались шайбы. Для изготовления немагнитных шайб использовался пластик толщиной 1 мм.

Для изготовленного экспериментального образца магнитожидкостного уплотнения были проведены измерения величины магнитной индукции в рабочей области уплотнения. Измерения проводились при помощи тесламетра марки «Маяк 3м» рисунок 3.

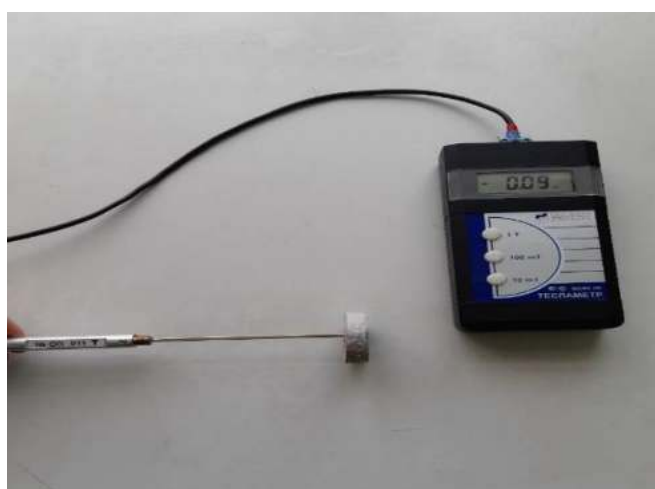


Рисунок – 3 Измерение величины магнитной индукции внутри кромок магнитных эластомерных шайб

В ходе измерений было выявлено, что максимальная величина магнитной индукции внутри кромок магнитных эластомерных шайб составляла 0.09 Тл.

В ходе измерений было установлено, что максимальная величина магнитной индукции в рабочей области МЖУ составила 0.09 Тл. Проведенные измерения магнитной индукции в рабочей области МЖУ практически схожи с моделированием магнитных полей методом конечных элементов при использовании вала из немагнитного материала.

На рисунке 4 а, б представлен конечный результат картины магнитного поля и кривой магнитной индукции в рабочем зазоре МЖУ.

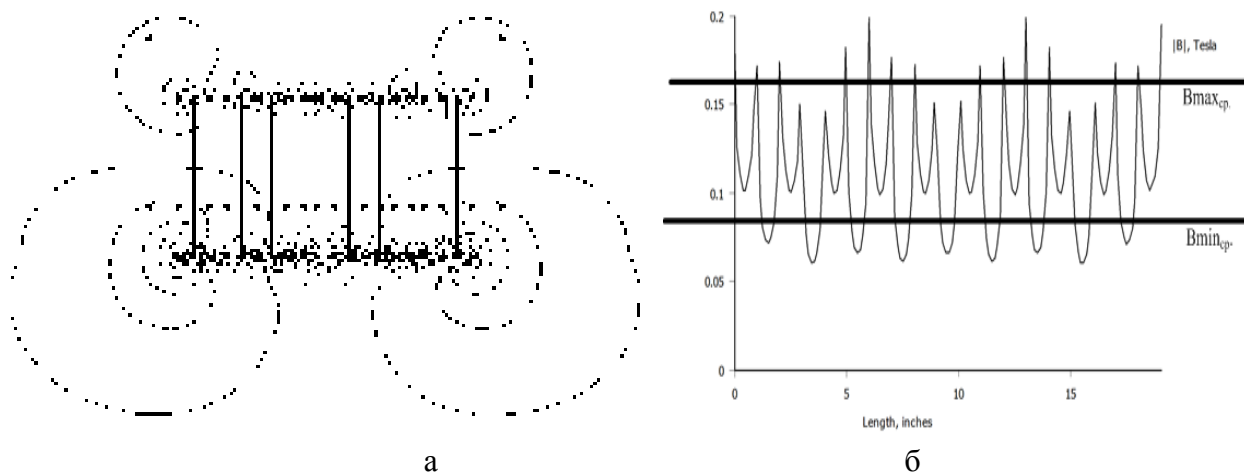


Рисунок – 4 Магнитный расчет уплотнения с немагнитными шайбами: а - картина магнитного поля; б - кривая распределения магнитной индукции в рабочей области

В более ранних исследованиях выявлено, что величина магнитной индукции с немагнитным валом достигает 0.12 Тл. Снижение величины магнитной индукции в рассматриваемом уплотнении по сравнению с проведенными магнитными расчетами может характеризоваться некоторым отдалением датчика Холла, находящегося в щупе тесламетра, от его поверхности. В таком случае происходит формирование дополнительного магнитного сопротивления на пути магнитного потока, а также отклонения магнитных свойств использованного при изготовлении уплотнения магнитного эластомерного материала от значений принятых в расчетах.

Таким образом, основываясь на показания тесламетра, можно предположить, что магнитожидкостное уплотнение за счет магнитной индукции способно удерживать магнитную жидкость в рабочей зоне уплотнения, следовательно обеспечивать герметичность подшипникового узла насосного оборудования. Магнитная жидкость будет выступать не только в роли уплотняющего компонента, но и в роли смазочного элемента.

Однако для детального подтверждения требуется провести практические исследования процессов трения и удерживаемого перепада давления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашуров Д.А., Заренков В.В., Солодун С.А., Соколов Г.П., Жиганов К.В., Данилов П.В., Горский В.Е., Бочкарев А.Н. Обзор уплотнительных устройств, применяемых в пожарных насосах. / Молодой ученый. — 2019. — №15. — С. 29-32.
2. Электронная энциклопедия пожарного дела [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.wiki-fire.org/ПН-40УВ.ashx> — Заглавие с экрана. — (Дата обращения 25.03.2020)
3. Группа компаний Sealing.su [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://sealing.su/sealing/manzhetnye_uplotneniya_i_uplotnitelnye_kolca/ — Заглавие с экрана. — (Дата обращения 25.03.2020)

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ МОТОЦИКЛОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Поздняков Н.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций
МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)
(ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ))

Аннотация. Рассмотрены основные задачи и порядок привлечения групп экстренного реагирования к ликвидации последствий на дорожно-транспортных происшествиях, а также опыт применения пожарно-спасательных мотоциклов в Российской Федерации.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, реагирование пожарно-спасательных подразделений, пожарно-спасательные мотоциклы, ликвидация последствий ДТП.

EXPERIENCE IN APPLICATION OF FIRE AND RESCUE MOTORCYCLES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Pozdnyakov N.A.

Abstract. The main tasks and the procedure for involving emergency response teams in eliminating the consequences of road accidents, as well as the experience of using fire and rescue motorcycles in the Russian Federation are considered.

Keywords: road accidents, response of fire and rescue units, fire and rescue motorcycles, elimination of the consequences of road accident

МЧС России всегда уделялось большое внимание вопросам своевременного прибытия сил и средств к месту ведения аварийно-спасательных работ и тушения пожаров, повышению эффективности реагирования и своевременному спасению пострадавших.

Активно развивающимся направлением деятельности МЧС России является внедрение технологий экстренного реагирования на дорожно-транспортные происшествия и иные аварии. В городах с высоким уровнем автомобилизации созданы специальные части экстренного реагирования, пожарно-спасательные расчеты которых осуществляют непрерывное патрулирование и мониторинг оперативной обстановки в городах по специально разработанным маршрутам на мотоциклах, оснащенных современным пожарно-спасательным оборудованием.

В настоящее время в Российской Федерации на балансе подразделений МЧС России и подразделений противопожарной службы субъектов Российской Федерации находится более 170 пожарно-спасательных и аварийно-спасательных мотоциклов. [1]

Группы экстренного реагирования созданы в 2010 году в целях повышения эффективности реагирования на ДТП, пожары и чрезвычайные ситуации с использованием высокоманевренных транспортных средств, путем снижения времени реагирования [2].

Тактической единицей является мотогруппа состоящая из двух мотоциклистов и двух пожарно-спасательных мотоциклов, которые осуществляют патрулирование по заранее разработанным и утвержденным маршрутам, либо осуществляют дежурство в утвержденных местах. При этом мотогруппа, в составе двух мотоциклов, не является полноценным пожарным или спасательным расчетом, т.к. имеет на вооружении минимальный необходимый комплект пожарного и аварийно-спасательного оборудования.



Рисунок 1 – Группа экстренного реагирования, г. Воронеж

Мотоциклы оснащены первичными средствами тушения пожаров – ранцевой установкой импульсного пожаротушения и порошковыми огнетушителями, электрическим и ручным ГАСИ, средствами ограждения места ДТП, комплектами шин для иммобилизации конечностей, фильтрующим самоспасателем и пр. [3]

Учитывая специфику применения мотогрупп, их привлечение к реагированию организовано в зависимости от погодных условий. Во время прохождения комплекса неблагоприятных погодных явлений (осадки в виде дождя, снега, гололедицы), понижение температуры воздуха ниже +5 градусов, а также в темное время суток мотогруппы не привлекаются, а личный состав дополняет боевой расчет и продолжает нести дежурство в составе отделения на пожарном автомобиле.



Рисунок 2 – Пожарно-спасательный мотоцикл на шасси BMW 1200 GS

Исходя из практики применения групп экстренного реагирования, сформировались следующие задачи:

мониторинг оперативной обстановки в городах по специально разработанным маршрутам с учетом дорожной обстановки, мест концентрации ДТП и особенностей территории;

оперативное реагирование при обнаружении пожара или ДТП при патрулировании или при расположении в пункте постоянной дислокации;

обеспечение пожарной безопасности и реализации усиленных мер безопасности при проведении крупных международных и государственных мероприятий, а также при проведении крупных мероприятий с массовым сосредоточением людей.

За время нахождения в боевом расчете и применения группы экстренного реагирования показали свою эффективность в основном на выездах связанных с ликвидацией последствий ДТП, так как в условиях плотного трафика и заторов (пробок) на дорогах (особенно в часы

пик) время следования к месту вызова на порядок меньше, чем при использовании аварийно-спасательных автомобилей.

Наиболее эффективно использование групп экстренного реагирования для ликвидации последствий ДТП и тушения пожаров на территории субъектов Российской Федерации, расположенных в Южном федеральном округе и Черноземье. Одновременно пожарно-спасательные мотоциклы применяются и в других субъектах Российской Федерации в летнее время для оперативного реагирования на происшествия на наиболее загруженных и аварийных участках федеральных трасс и региональных дорог.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная государственная информационная система «Информационно-аналитическая система в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://abdtpr.ru/> (Дата обращения 16.02.2021).
2. Колеганов С.В., Иванов В.С., Поздняков Н.А. и др. Проведение спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, 2019. – 330с., илл.
3. Информационно-образовательный портал по современным формам, методам и приемам спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://dtprescue.ru/> (Дата обращения 16.02.2021).

УДК 520.874.3

МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОИСКА ПОСТРАДАВШИХ В СНЕЖНЫХ ЗАВАЛАХ И ЛАВИНАХ «ПОИСК - ПЛ»

Радецкий А.В.

Курбатов М.Ю.

Панферова З.А.

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России»

Аннотация. Мобильный комплекс для поиска пострадавших в снежных завалах и лавинах «Поиск - ПЛ» является прибором для поиска и обнаружения пострадавших под снежными завалами и лавинами и может быть использован при проведении поисково-спасательных работ поисково-спасательными формированиями МЧС России.

Ключевые слова: прибор поиска, снежные лавины, аварийно-спасательные работы, пострадавшие, месторасположение.

MOBILE SEARCH COMPLEX INJURED IN SNOW DOWNS AND AVALANCHES "SEARCH - PL"

Radetsky A.V.

Kurbatov M.Y.

Panferova Z.A.

FGBU "All-russian research institute on the problems of civil defense and emergency situations
Russian emergency situations ministry"
(federal center for science and high technologies)

Abstract. The mobile complex for searching for victims in snow blockages and avalanches "Search - PL" refers to the field of solving problems of finding and detecting victims under snow blockages and avalanches and can be used in search and rescue operations by the search and rescue units of the Russian Emergencies Ministry.

Keywords: search device, snow avalanches, rescue operations, victims, location.

Разработанный в ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) совместно с ООО «ЛогиС» мобильный комплекс для поиска пострадавших в снежных завалах и лавинах (далее – Поиск-ПЛ) (рис. 1) позволит значительно повысить эффективность проведения поисково-спасательных работ за счет повышения достоверности и точности поиска.



Рис. 1 Мобильный комплекс для поиска пострадавших в снежных завалах и лавинах «Поиск - ПЛ»

Для обнаружения пострадавших в лавинах российскими спасателями используются лавинные биперы, и лавинные щупы. Для использования биперов людям, находящимся в местах, где возможны сходы лавин, необходимо надеть их под верхнюю одежду. Однако, при поиске, не на всех оказавшихся в снежных лавинах они могут быть надеты, тогда используют лавинные щупы. Длина и конструктивное исполнение щупов могут быть разными: от 2 до 4 метров, как самостоятельные разборные конструкции, так и комбинации горнолыжных палок из легированной стали, алюминиевого сплава, стекловолокна и карбона.

Мобильный комплекс Поиск-ПЛ, в отличие от других поисковых средств, позволяет в реальном времени получить необходимую информацию о характере и структуре завала, глубине расположения пострадавших.

Поиск-ПЛ обладает преимуществами за счет применения метода радиолокации. Он обеспечивает высокую достоверность поиска на глубине до 5 метров. Во время обследования территории, подвергшейся сходу лавины, спасатели получают на планшет радиоизображение структуры снежного покрова, и находящихся под ним людей. На обследование одного участка площадью до 10 м² требуется не более 3 минут.

При радиолокации воздушных целей в качестве зондирующих сигналов используются радиоимпульсы с несущей частотой от единиц до десятков ГГц, передающиеся в пространство с последующей модуляцией. Такой тип сигналов, использующий столь высокие частоты, не может быть применен для обследования снежных лавин по причине сильного затухания радиоволн в зондируемой среде.

Разрешающая способность является одним из основных параметров радиолокатора, характеризующим его способность различать находящиеся объекты. Узкополосные радиолокаторы менее точны, однако способны регистрировать объекты, находящиеся на расстоянии десятков и сотен метров. Для поиска пострадавших в лавинах данные локаторы нецелесообразно применять в связи с тем, что требуемая глубина поиска составляет, как правило, 2-3 метра при необходимой разрешающей способности по глубине 10-15 см.

Для выполнения задач по обнаружению объектов на ближних дистанциях с высокой разрешающей способностью используются специальные сверхширокополосные (далее – СШП) радиолокаторы. Для СШП радиолокатора, как и для других радиолокаторов основными параметрами являются: излучаемая мощность, чувствительность приемного устройства, динамический диапазон, полоса частот.

С практической точки зрения самыми важными параметрами СШП радиолокатора являются глубина зондирования (глубинность) и разрешающая способность по глубине.

Мобильный комплекс Поиск-ПЛ создан на основе анализа современных технологий поиска пострадавших в снежных лавинах, современного развития элементной базы

и методов обработки широкополосных сигналов, а также последних достижений в этом вопросе зарубежных стран

Проведенные испытания в условиях горной местности Эльбруса показали эффективность мобильного комплекса за счет повышения эффективности ведения поисково-спасательных работ, данный образец будет использоваться спасателями в поисково-спасательных работах при сходе лавин для поиска находящихся в них людей.

В 2020 году на международном конкурсе «Национальная безопасность», проводившемся в рамках XIV Международной выставки средств обеспечения безопасности государства «Интерполитех» ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) был представлен мобильный комплекс для поиска пострадавших в снежных завалах и лавинах «Поиск-ПЛ», победивший в номинации «Средства обеспечения безопасности государства» (рис. 2).



Рис. 2 Диплом «Средства обеспечения безопасности государства»

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая документация на опытно-конструкторскую работу «Разработка мобильного комплекса для поиска пострадавших в снежных завалах и лавинах» (ОКР «ПОИСК-ПЛ»)/ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Москва, 2020 – 385л.

УДК 677.494.675

ЗАЩИТНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПОЖАРНОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ИЗ НИКЕЛЯ, ДОПИРОВАННОГО ОКСИДОМ ВАНАДИЯ

Ракович В.В.

Рева О.В., кандидат химических наук, профессор

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Исследованы фазовый состав, твердость и коррозионная стойкость защитных композиционных покрытий $\text{Ni-V}_2\text{O}_5$, электрохимически осажденных из высокоскоростного кремнефтористого электролита в зависимости от условий их синтеза.

PROTECTIVE COMPOSITE COATINGS FOR PARTS OF FIRE RESCUE AND RESCUE EQUIPMENT FROM NICKEL DOPED WITH VANADIUM OXIDE

Rakovich V.V.

Reva O.V., PhD in Chemical Sciences, Associate Professor

Abstract. The phase composition, hardness and corrosion resistance of protective composite coatings $\text{Ni-V}_2\text{O}_5$, electrochemically deposited from a high-speed fluorosilicate electrolyte, in depending on the synthesis conditions were investigated.

Уязвимые к износу и коррозии детали ПАСТ могут быть упрочнены путем нанесения твердых, износостойких покрытий, устойчивых в агрессивных средах. В настоящее время существует много способов синтеза защитных, в том числе композиционных покрытий, различающихся как по экономичности, так и по техническим параметрам. Одним из эффективных методов является нанесение защитных гальванопокрытий из растворов при низких температурах из композитов и сплавов на основе никеля, характеризующихся высокими эксплуатационными показателями [1,2].

Нами был изучен ряд свойств композиционных покрытий Ni-V₂O₅, электрохимически синтезированных из высокоскоростного кремнефтористого электролита нового комплексного типа; а также зависимость свойств покрытий от условий их получения. Установлено, что скорость осаждения защитных покрытий достаточно высока и достигает 40-70 мкм/ч при комнатной температуре в диапазоне плотности тока 3-7 А/дм²; тогда как обычно она не превышает 10-15 мкм/ч, а в случае сплавов или композитов – 8-12 мкм/ч.

Методом рентгенофазового анализа установлено, что все покрытия Ni-V₂O₅, осажденные в гальваностатическом режиме, состоят из никеля с существенно искаженной гексацентрированной кристаллической решеткой, без примесей аморфных фаз и других кристаллических компонентов. Степень искажения кристаллической решетки увеличивается как по мере роста плотности тока, так и при увеличении концентрации в электролите оксида ванадия при неизменной плотности тока.

Из литературы известно, что важной характеристикой никелевых покрытий является их текстура. Параметрами, зависящими от текстуры, являются: механическая прочность (модуль Юнга), микротвердость, коррозионная устойчивость, магнитные свойства никеля и др. [3, 4]. Согласно рентгеноструктурному анализу, все исследованные покрытия имели кубическую гранецентрированную решетку (ГЦК), стандартный параметр решетки $a = 3,5238\text{\AA}$. Однако как видно из экспериментальных данных, Рис., табл., эта решетка существенно искажена. Из записанных рентгенограмм следует, что для всех образцов никелевых и композиционных покрытий, полученных из кремнефтористого электролита, преобладающим направлением роста текстуры является (111). Направления (100) и (311) выражены существенно слабее, Рисунок. С ростом плотности тока растет относительная интенсивность рефлексов 220.

Следует отметить, что степень искажения кристаллической решетки увеличивается как по мере роста плотности тока в базовом электролите, так и при введении в электролит оксида ванадия при неизменной плотности тока, хотя частицы V₂O₅ и не являются электроактивными, Таблица.

Таблица 1. Характеристики кристаллической решетки композиционных никелевых покрытий

Образец	Параметр решетки по линии (400), нм	Уширение линии, град.	Деформация (макро) $\Delta a/a$, %	I, А/дм ²	[V ₂ O ₅], г/л
3	0,35173 0,35180	0,37 1,1	0,14	3	-
8	0,35167 0,35166	0,45 0,22	0,18	3	0,5
1	0,35377 0,35183	0,296 2,1	0,13	5	-
4	0,35152 0,35137	0,458 2,3	0,26	7	-

Очевидно, во всем исследованном диапазоне потенциалов и токов происходит специфическое торможение роста кристаллов по всем направлениям, кроме грани (111), либо наоборот, промотирование роста по направлению (111) на границе раствор – кристаллическая фаза. Рефлексы в полученных рентгенограммах узкие и интенсивные, что свидетельствует о совершенстве кристаллической структуры. Поскольку плоскость (111) характеризуется наименьшей энергией, то в присутствии оксида ванадия (так как и блескообразующих добавок) рост кристаллов принудительно направляется по наиболее энергетически бедной плоскости.

Полученные данные согласуются с быстрым накоплением внутренних напряжений в исследуемых покрытиях: если преобладающим направлением роста пленок является грань (111), то разрастающиеся в одной плоскости крупные кристаллиты создают сильные напряжения сжатия.

Кристаллических соединений ванадия в исследуемых покрытиях не обнаружено, однако они могут быть либо аморфными, либо включаться в никелевые пленки в следовых количествах за пределом чувствительности дифрактометра.

Исследования коррозионной устойчивости покрытий Ni-V₂O₅ показали, что как в кислых, так и в щелочных средах полученные покрытия обладают очень хорошими антикоррозионными свойствами, в несколько раз превышающими стойкость стандартного металлургического и гальванического никеля.

Все изученные покрытия Ni-V₂O₅ являются очень твердыми; их микротвердость находится в пределах от 4 до 6 ГПа, причем твердость покрытий возрастает по мере увеличения содержания в электролите оксида ванадия. Преодолимым недостатком является высокая хрупкость пленок вследствие накопления внутренних напряжений сжатия. Важным фактом является то, что плотность тока, при которой были синтезированы покрытия, оказывает на их микротвердость значительно меньшее влияние, чем наличие в электролите модифицирующей неметаллической фазы. Эти результаты полностью коррелируют с данными электронно-микроскопического исследования – микроструктура покрытий также практически не зависит от плотности катодного тока и принципиально изменяется при введении добавок в электролит.

Следовательно, можно сделать вывод, что твердость композиционного покрытия является функцией его структуры и размеров зерен. Наивысшей твердостью – до 6 ГПа характеризуются покрытия с наиболее гладкой и мелкозернистой структурой; для них же определена и наивысшая коррозионная стойкость.

Таким образом, композиционные электрохимические покрытия Ni-V₂O₅, синтезированные из нового скоростного кремнефтористого электролита, в перспективе являются надежной защитой от жидкостной и аэрозольной коррозии ответственных деталей аварийно-спасательного оборудования. В силу очень высокой твердости этих покрытий они хорошо противостоят механическому износу. Методы получения композиционных никелевых покрытий технически надежны, просты и экономичны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников П.С. Справочник по гальванопокрытиям в машиностроении. / Мельников П.С. - М.: Машиностроение. -1991. -380 с.
2. Гамбург Ю.Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов. / Гамбург Ю.Д. - М.: РАН ИФХ, Янус-К.- 1997.- 384 с
3. Orinakova R., Turonova A., Kladekova D. Recent developments in the electrodeposition of nickel and some nickel-based alloys. // Journal of applied electrochemistry. – 2006.– № 63.– P. 957-972.
4. Thiele E., Klemm R., Hollang L., Holste C., Schell N. An approach to cyclic plasticity and deformation-induced structure changes of electrodeposited nickel. // Material science and engineering. – 2005. – Vol.390.– P 42-51.

УДК 614.849

ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТИВНЫХ ДЕЖУРНЫХ СМЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Романова А.А.

Балобанов А.А.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Для оценки деятельности оперативных дежурных смен был использован аппарат нечеткой логики, что позволило учитывать степень воздействия различных факторов на конечный результат. Разработан алгоритм оценки и анкеты для сбора исходных данных.

Ключевые слова. Нечеткая логика, оценка деятельности, центр управления в кризисных ситуациях.

EVALUATION OF THE ACTIVITY OF THE OPERATIONAL DUTY SHIFTS USING FUZZY SETS

Romanova A.A.

Balobanov A.A.

Abstract. To assess the activities of the operational duty shifts, a fuzzy logic apparatus was used, which made it possible to take into account the degree of influence of various factors on the final result. An assessment algorithm and a questionnaire for collecting initial data have been developed.

Keywords: Fuzzy logic, performance appraisal, crisis management center.

В современном мире все большее количество сфер деятельности человека использует автоматизированные системы в качестве замены ручному труду, так как автоматика допускает гораздо меньше ошибок, связанных с такими причинами, как усталость и невнимательность, а также автоматизация процессов позволяет сильно снизить расходы на заработную плату.

В последнее время данные тенденции затронули не только производственные процессы, в которых роботизированные системы только выполняли заранее заданный человеком алгоритм, но стали все больше и больше вытеснять живых людей из процессов контроля и управления, в которых требуется проводить оценку большого количества исходных данных, чтобы выявить скрытые связи, так как обработка такого количества данных вручную не представляется возможной[2].

Особенно актуальна проблема внедрения новых методов для анализа исходных данных в организациях, которые имеют большой штат сотрудников, и, соответственно, необходимо постоянно контролировать качество их работы для планирования мероприятий по повышению квалификации сотрудников, а также техническому обеспечению рабочих мест[1].

Для оценки деятельности должностных лиц предлагается использовать нечеткую логику (англ. fuzzy logic). Математическая теория нечетких множеств и нечеткая логика являются обобщениями классической теории множеств и классической формальной логики[6].

В случае, когда необходимо оценить работу центра управления в кризисных ситуациях при возникновении крупного лесного пожара на вверенной ему территории, оценка работы территориального органа МЧС будет происходить по следующему алгоритму:

- выяснение времени поступления сигнала о происшествии в территориальный орган МЧС,

- выяснение списка организаций, которым данная информация была передана,
- оценка списка организаций, которым данная информация была передана,
- выяснение времени передачи информации каждой из организаций,
- оценка времени передачи информации каждой из организаций,
- выяснение правильности информации, переданной каждой из организаций,
- оценка правильности информации, переданной каждой из организаций.

Для каждой из возможных чрезвычайных ситуаций существуют определенные нормативы по скорости передачи информации, поэтому оценить работу территориального органа МЧС с данной точки зрения можно, сравнив нормативное значение времени, которое допустимо для оповещения всех служб, которые должны быть оповещены в данной ситуации, с реальным временем передачи информации. Очевидно, что если реальное время меньше или равно нормативному, то работа центра управления в кризисных ситуациях должна быть оценена положительно, а если больше, то отрицательно[3]. Данные рассуждения соответствуют четкой логике, когда возможны только два варианта ответа 0 или 1. Однако, в реальной жизни очень часто требуется более детальная оценка. Например, если нормативное время передачи информации равно 10 минутам, то отрицательную оценку получит как реальное время равное 11 минутам, так и реальное время равное двум часам, хотя, в одном случае, норматив превышен не сильно и данное превышение вряд ли может привести к очень серьезным последствиям, а, в случае превышения нормативного времени более чем в десять раз, задержка в передаче информации может привести к трагическим последствиям. Для того, чтобы использовать более гибкую систему оценки, возможно внедрение нечеткой логики, в случае использования которой оценка работы территориального органа МЧС по данному критерию будет принимать не два возможных значения (0 или 1), а любое значение, расположенное в диапазоне от 0 до 1. В данной ситуации для определения оценки, соответствующей заданному реальному времени передачи информации ставится по определенному правилу (или с помощью определенной функции) в соответствие оценка, находящаяся в заданном диапазоне[4]. Такой подход к оценке работы центров управления в кризисных ситуациях позволяет не только увеличить точность оценки, но и отследить прогресс или регресс в результатах их работы при проведении повторной оценки, так как даже при не достижении нормативных значений времени, но явном его уменьшении оценки, полученные с помощью нечеткой логики будут расти, свидетельствуя о прогрессе в работе.

В качестве исходных данных для оценки работы территориальных органов МЧС необходимо использовать два вида данных:

- данные о чрезвычайной ситуации, в связи с которой осуществляется оцениваемая деятельность,
- параметры оцениваемой деятельности.

В результате оценки работы оперативной дежурной смены центра управления в кризисных ситуациях необходимо получить одно значение, которое позволяло бы легко

сравнивать работу разных оперативных дежурных смен, а также качество работы одной и той же оперативной дежурной смены в разные периоды времени. Наиболее удобным для восприятия человеком способом предоставления данной информации является процентное соотношение[5].

По данным оценки появляется возможность сравнить полученные показатели на предмет выявления отхождения от нормативов, установленных для реализации поставленных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. – М.: Физматлит, 2002.
2. Леоленков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб., 2003.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М., 2004.
4. Масалович А. Нечеткая логика в бизнесе и финансах. www.tora-centre.ru/library/fuzzy
5. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений.–М: Радио и связь, 1989.–304 с.
6. Larsen P.M. Industrial applications of fuzzy logic control // Int. J. Man-Machine Stud., 1980, V.12, №1.

УДК 544.023.57:661.183.1

НОВАЯ МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ КОНСТРУКЦИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДАЧИ ОГНЕТУШАЩЕГО ПОРОШКА

Рыжков М.Б.

Журов М.М., кандидат технических наук

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. По результатам исследований установлено, что модернизированная конструкция порошкового огнетушителя позволяет эффективно тушить пожар благодаря обеспечению большей дальности подачи порошка в зону горения с интенсивностью не менее требуемой.

Ключевые слова: огнетушитель, модернизированная конструкция, огнетушащий порошок, сифонная трубка, быстросъемное соединение, аппарат сжатого воздуха.

NEW MODERNIZED DESIGN OF THE DEVICE FOR FEEDING EXTINGUISHING POWDER

Ryzhkov M.B.

Zhurov M.M., PhD in Technical Sciences

Abstract. According to the research results, it was found that the modernized powder design of the fire extinguisher allows you to effectively extinguish the structure due to the longer range of powder supply in the combustion zone with an intensity not less than the required one.

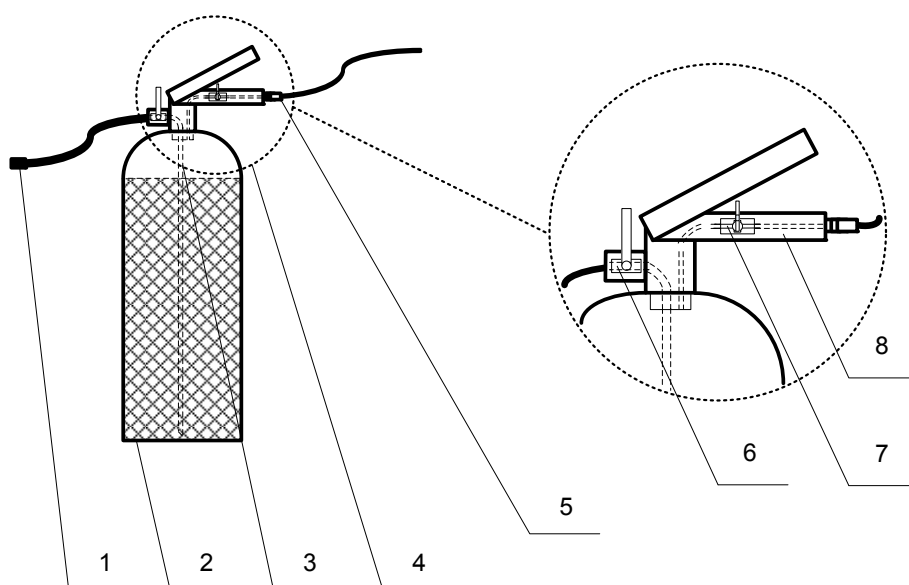
Keywords: fire extinguisher, modernized design, fire extinguishing tube, quick-detachable connection, hardware gas powder.

Огнетушитель – переносное или передвижное устройство для тушения очагов пожара за счет выпуска запасенного огнетушащего вещества [1]. Переносной огнетушитель обычно

представляет собой цилиндрический баллон с запорно-пусковым устройством, манометром, соплом и ручкой. При введении огнетушителя в действие из его сопла под высоким давлением начинает выходить вещество, способное потушить огонь [2].

В настоящее время в подразделениях Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (далее – МЧС) в комплектации пожарных автоцистерн, автомобилей быстрого реагирования и аварийно-спасательных автомобилей, входят два порошковых огнетушителя с массой заряда 10 кг (далее – ОП-10). После применения указанных огнетушителей требуется проводить их техническое обслуживание и перезарядку. Перезарядка и техническое обслуживание порошковых огнетушителей в подразделениях МЧС требует значительных временных и трудовых затрат. Кроме того, баллон огнетушителя под давлением является дополнительным источником опасности.

Для решения этих проблем и улучшения параметров подачи огнетушащего порошка предлагается в качестве движущей силы огнетушащего порошка использовать воздух из устройства сжатого воздуха или газа. Подразделения МЧС в качестве такого устройства могут применять аппарат для сжатого воздуха (далее – АСВ). Для реализации этого предлагается модернизированная конструкция устройства, позволяющего подавать огнетушащий порошок от АСВ (рисунок 1).



- 1 – шланг с насадкой-распылителем; 2 – баллон для хранения огнетушащего вещества;
3 – сифонная трубка; 4 – запорно-пусковое устройство; 5 – быстросъемное соединение;
6 – кран для прекращения подачи огнетушащего состава; 7 – пневмокран;
8 – ручка для переноски с подвижным рычагом

Рисунок 1. – Модернизированная конструкция устройства

Модернизированная конструкция устройства состоит из баллона для хранения огнетушащего вещества 2, шланга с насадкой-распылителем 1, сифонной трубки 3, запорно-пускового устройства 4 и быстросъемного соединения 5. Запорно-пусковое устройство 4 состоит из крана для прекращения подачи огнетушащего состава 6, пневмокрана 7 и ручки для переноски огнетушителя с подвижным рычагом 8, опирающимся на толкатель пневмокрана 7. Переносная установка приводится в действие от АСВ, воздухопадающий шланг которого присоединяется через быстросъемное соединение 5. Пневмокран 7 может быть с обратным клапаном с целью исключения возможности поступления огнетушащего порошка в воздухопадающий шланг.

Проведенные первичные испытания показали, что модернизированная конструкция порошкового огнетушителя позволяет успешно тушить пожара благодаря обеспечению подачи порошка в зону горения с интенсивностью не менее требуемой [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника. Термины и определения: ГОСТ 12.2.047-86. – Введ. 30.06.1986 (взамен ГОСТ 12.2.047-80). – М.: ИПК Издательство стандартов, 1986. – 19 с.
2. Огнетушитель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B3%D0%BD%D0%B5%D1%82%D1%83%D1%88%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C>. – Дата доступа: 01.01.2021.
3. Журов М.М., Бобрышева С.Н., Лахвич В.В., Рыжков М.Б. Исследование параметров подачи огнетушащего порошкового состава огнетушителем / Журов М.М., Бобрышева С. Н., Лахвич В.В., Рыжков М.Б. // Вестн. Университета гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2020 – Т. 4., № 2. – С. 186–193.

УДК 544.023.57:661.183.1

НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОДАЧИ ОГNETУШАЩЕГО ПОРОШКА

Рыжков М.Б.

Журов М.М., кандидат технических наук

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Установлены средние значения текучести огнетушащего порошка и рабочего давления в баллоне порошкового огнетушителя, применяемого в МЧС, а также в баллоне огнетушителя с модернизированной конструкцией.

Ключевые слова: порошковый огнетушитель, модернизированная конструкция, текучесть, дальность струи, дальность подачи, рабочее давление.

NEW RESEARCH OF PARAMETERS OF EXTINGUISHING POWDER SUPPLY

Ryzhkov M.B.

Zhurov M.M., PhD in Technical Sciences

Abstract. The average values of the fluidity of the fire extinguishing powder and the working pressure in the cylinder of a powder fire extinguisher used in the Ministry of Emergencies, as well as in the cylinder of a fire extinguisher with a modernized design, have been established.

Keywords: dry powder fire extinguisher, modernized design, fluidity, jet range, delivery range, working pressure.

Для улучшения параметров подачи огнетушащего порошка предлагается в качестве движущей силы огнетушащего порошка использовать воздух из устройства сжатого воздуха или газа. Подразделения МЧС Беларуси в качестве такого устройства могут применять аппарат для сжатого воздуха (далее – АСВ). Нормируемые характеристики[1] работы применяемых в МЧС Беларуси порошковых огнетушителей ОП-10 представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Нормируемые характеристики работы порошкового огнетушителя ОП-10

Масса ОТВ, кг	Продолжительность подачи ОТВ (не менее), с	Длина струи ОТВ (не менее), м
10	15	4

Длина струи определяется как расстояние по горизонтали от среза насадка огнетушителя до дальней границы распространения основной массы огнетушащего вещества. При этом длину струи порошка фиксируют за время работы, соответствующее 1/3 продолжительности подачи огнетушащего порошка. Экспериментально установлено, что для применяемого в МЧС ОП-10 после 1/3 продолжительности подачи огнетушащего порошка длина струи снижается более, чем в два раза. Следовательно, прерывание и возобновление подачи огнетушащего порошка в процессе тушения значительно снижают эффективность применения данного ОП-10. Использование в качестве движущей силы порошка давления воздуха из АСВ, вторичное давление на выходе которого составляет от 7,5 до 9,5 атм (0,76–0,96 МПа), позволяет значительно повысить эффективность тушения, в том числе после прерывания подачи порошка.

Результаты проведенных исследований показали, что за первые 3 секунды давление в применяемом в МЧС порошковом огнетушителе ОП-10 падает более чем в два раза и составляет не более 7 атм (рисунок 2).

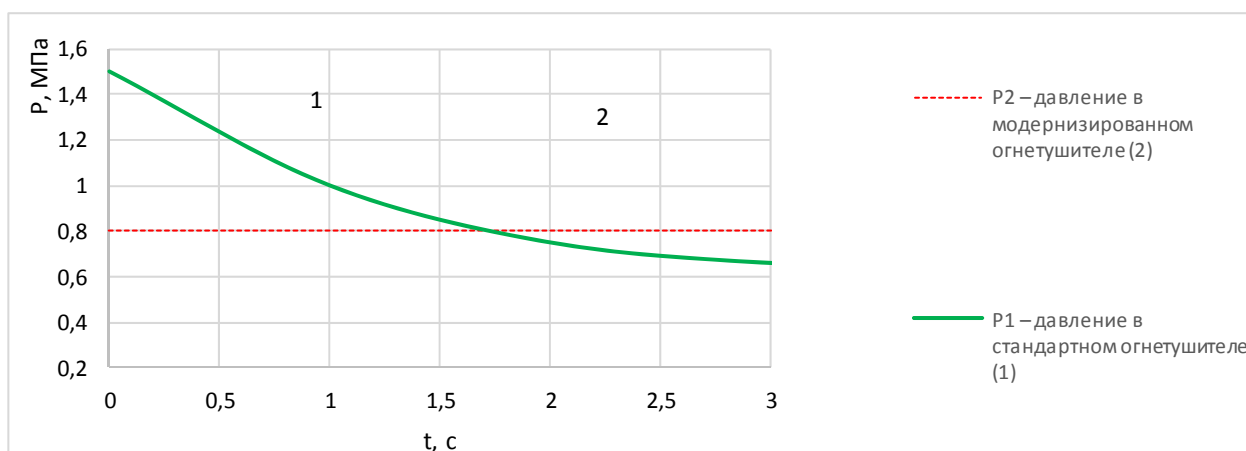


Рисунок 2. – Зависимость изменения рабочего давления в течение первых 3 секунд применения огнетушителя

Как видно из рисунка 2, эффективность работы модернизированного огнетушителя по параметру рабочего давления после второй секунды выше применяемого в МЧС ОП-10. В модернизированном огнетушителе, который работает от АСВ, рабочее давление в огнетушителе сохраняется на протяжении использования всего запаса огнетушащего порошка и составляет не менее 7,5 атм (рисунок 3).

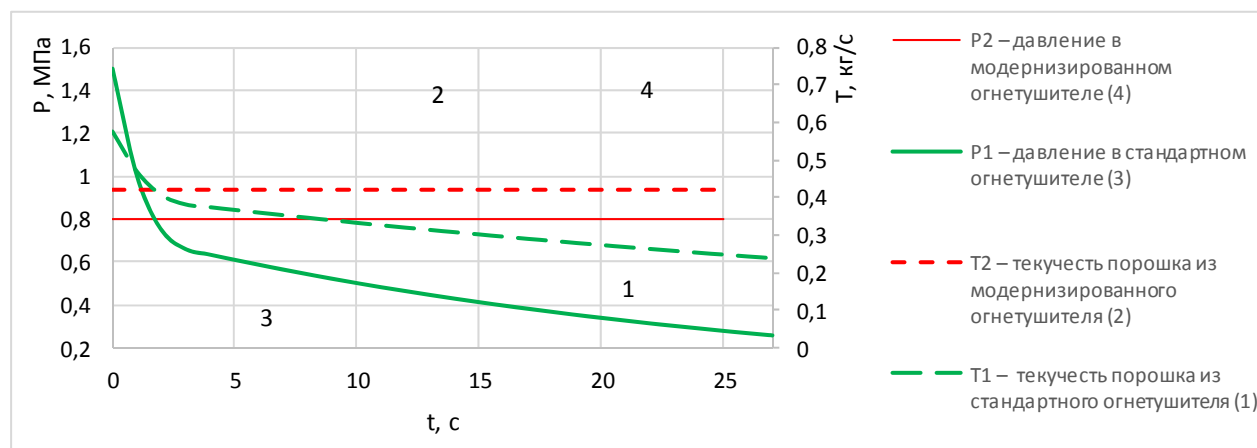


Рисунок 3. – Зависимости изменения рабочего давления и текучести порошка за время использования всего заряда огнетушителя

На основании полученных зависимостей (рисунок 3) установлено, что средние значения текучести огнетушащего порошка из применяемого в МЧС и модернизированного огнетушителя составляют 0,33 кг/с и 0,42 кг/с соответственно, а рабочего давления в баллоне – 0,52 МПа и 0,8 МПа соответственно. Таким образом, в модернизированном огнетушителе по сравнению с применяемым в МЧС среднее рабочее давление в баллоне увеличивается на 48 %, а средняя текучесть порошка увеличивается на 27 %. Проведенные натурные испытания показали, что модернизированная конструкция огнетушителя позволяет эффективнее проводить тушение поскольку увеличивает рабочее давление и соответственно дальность подачи порошка на протяжении использования всего огнетушащего заряда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система стандартов пожарной безопасности. Пожарная техника. Огнетушители переносные. Общие техни-ческие условия: СТБ 11.13.04-2009. – Введ. 01.09.2009 (с отменой на территории РБ НПБ 1-2005). – М.: НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси, 2009. – 46 с.

УДК 669.018-419.8 (035)

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПОЖАРНОЙ-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

Сабиров Э.Э., Уринбоев Г.К.

Махкамов Н.Я., кандидат технических наук, доцент

Академия МЧС Республики Узбекистан

Аннотация. В статье изложены одним из актуальных проблем в необходимости разработки новых конструкционных материалов таких как композитных материалов. Целью настоящей научной статье является в разработке доступной и компактной форме основные понятие, свойства композитных материалов, области применения и их конструкций.

Ключивые слова: компонент, макромасштаб, микромасштаб, матрица, армирующий наполнитель, нульмерные, изотропность, адгезия, вискеризация, карбоволокнит.

COMPOSITE MATERIALS AND THEIR USAGE IN FIREFIGHTING TECHNOLOGY.

Sabirov E.E., Urinboev G.Q.

Mahkamov N.Y., PhD in Technical Sciencest

Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan

Abstract. the article deals with main idea of the most topics of current interest on engineering new constructive materials such as composite ones. The aim of the articles lies in analyzing accessible and compact form main conceptions, features of composite materials, the field of their usage and their structure.

Keywords: component, macroscale, microscale, matrix, reinforcing filler, zero-dimensional, isotropy, adhesion, whiskerization, cabbage fiber.

Для производства современных материалов, особенно для производства редкостных и материалов со специальными свойствами множества технологии стремится улучшению их свойств, в зависимости от экономических и экологических требований. К основным

материалам если относятся металл, керамика, полимер, то композиты формируются из смеси этих материалов.

Композиционные материалы (КМ) характеризуются более точно следующему определению: это материалы, представляющие собой твердое вещество, состоящее матрица и различных наполнителей, частицы которых особым образом расположенные внутри матрицы, армируют ее.

Композиционный материал обладает свойствами, которыми не может обладать ни один из компонентов в отдельности, но и только при этом условии есть необходимость их применения.

Композиционные материалы подразделяются на две группы: естественные и искусственные. Естественным композиционным материалам относятся стволы и стебли растений (волокна целлюлозы соединены пластичным лигнином), кости человека и животных (тонкие прочные нити фосфатных солей соединены пластичным коллагеном), а также эвтектические сплавы [2].

К основам матрицы композиционных материалов могут служить металлы или сплавы (композиционные материалы на металлической основе), а также полимеры, углеродные и керамические материалы (композиционные материалы на неметаллической основе).

Основную роль в упрочнении композитных материалах играют наполнители, их часто называют упрочнителями.

Основная функция наполнителя – обеспечить прочность и жесткость композиционного материала. Частицы наполнителя должны иметь высокую прочность во всем интервале температур, малую плотность, быть нерастворимыми в матрице и нетоксичными. Армирующими веществами в композиционном материале являются оксиды, карбиды (обычно – арбид кремния SiC), нитрид кремния (Si_3N_4), стеклянные или углеродные нити, волокна бора (бороволокна), стальная или вольфрамовая проволока [2].

Форме наполнителя подразделяются на три группы: нульмерные, одномерные, двумерные.

Композитные материалы металлической основой по сравнению с другими основами имеют следующие преимущества:

Механические свойства – высокие значения характеристик, зависящих от свойств матрицы (предела прочности и модуля упругости в направлении, перпендикулярном оси армирующих волокон); высокая пластичность, вязкость разрушения; сохранение прочностных характеристик до температур плавления основного металла;

физические свойства – высокая тепло- и электропроводность;

химические свойства – негорючесть (по сравнению с композитами на полимерной основе);

технологические свойства – высокая деформируемость, обрабатываемость.

Перспективными материалами для матриц металлических композитных материалов являются металлы, обладающие небольшой плотностью Al , Mg , Ti , и сплавы на их основе, а также Ni – широко используемый в настоящее время в качестве основного компонента жаропрочных сплавов.

Порошковые композитные материалы на металлической основе наполнителями служат дисперсные частицы тугоплавких фаз – оксидов Al_2O_3 , SiO_2 и карбидов. Отличительная особенность порошковых КМ, как было указано, состоит в изотропности механических и физических свойств.

Примером порошкового композитного материала на металлической основе является материал спеченная алюминиевая пудра, состоящий из смеси порошков алюминия и оксида алюминия (6-22%). В настоящее время в двигателестроении (пажарно-спасательной) из спеченного алюминиевого пудра изготавливают детали: поршни, шатуны, тарелки клапанных пружин. Спеченная алюминиевая пудра имеет высокую технологичность при деформации, сварке, резании; отличается высокой коррозионной стойкостью и жаропрочностью. В отличие от жаропрочных алюминиевых сплавов они работают при температурах до 500°C , а не до 300°C . [1].

Свойства некоторых волокнистых композиционных материалов с металлической матрицей приведены в таблице 1. Для примера даны свойства чистого алюминия и самого прочного легированного сплава В95. Сплав В95 упрочняется при старении и имеет предел прочности 600 МПа, и предел выносливости – 155 МПа. Создание композиционного материала – введение в алюминий волокон бора – повышает предел прочности почти на порядок по сравнению с алюминием и вдвое по сравнению со сплавом В95; при этом втрое возрастает модуль упругости и вчетверо – предел выносливости [3].

Таблица 1

Свойства однонаправленных композиционных материалов на металлической основе

Марка	Состав	Плотность $\rho, \text{г/м}^3$	Модуль упругости $E, \text{ГПа}$	Предел прочности $\sigma_{\text{в}}, \text{МПа}$	Предел выносливости $\sigma^{-1}, \text{МПа}$	$\sigma_{\text{в}}/\rho,$ км
			(растяжение)			
Al	Холодно-катанный	2,70	71	150	—	—
B95	Сплав Al, Mg, Zn	2,72	—	600	55	22
BKA	Al– W	2,65	240	1200	600	45
BKY	Al–C	2,25	270	950	200	44
KAC	Al–стальная проволока	4,80	120	1600	350	33

В композиционных материалах в качестве наполнителя используют стальную проволоку, диаметр которой больше, чем диаметр волокон бора или углерода, при этом снижается модуль упругости, однако этот материал имеет самый высокий предел прочности и отличается значительно более высокой удельной прочностью благодаря малой плотности. Характерной чертой является, что во всех композитных материалов характерен высокий предел выносливости, свидетельствующий об их противостоянии циклическим нагрузкам.

В композиционных материалах прочность в большой степени зависит от прочности сцепления волокон с матрицей. Между матрицей и наполнителем в композиционном материале возможны различные типы связи [2].

1. Механическая связь, возникающая благодаря зацеплению неровностей поверхностей матрицы и наполнителя, а также действию трения между ними. Композиционный материал с механическим типом связи, например, Cu – W, имеют низкую прочность при поперечном растяжении и продольном сжатии.

2. Связь, обеспечиваемая силами поверхностного натяжения при пропитке волокон жидкой матрицей вследствие смачивания и небольшого растворения компонентов, например, Mg – W до 400° С.

3. Возникновение реакционной связи - это явление химическим взаимодействием компонентов (Ti и W) на границе раздела, в результате чего образуются новые химические соединения (TiW₂).

4. Связь, возникающая при протекании двух и более стадийных химических реакций - обменно-реакционная. Например, алюминий из твердого раствора матрицы титанового сплава образует с борным волокном AlW₂, который затем вступает в реакцию с титаном, образуя TiW₂ и твердый раствор алюминия.

5. Связь, возникающая на границе раздела металлической матрицы и оксидного наполнителя (Ni–Al₂O₃)-оксидная, благодаря образованию сложных оксидов типа шпинели.

6. Связь, реализуемая при разрушении оксидных пленок и возникновении химического и диффузионного взаимодействий компонентов (Al–W, Al–сталь) - смешанная.

С помощью адгезии осуществляется связь между компонентами и композитным материалом на неметаллической основе. Не нужной адгезией к матрице обладают высокопрочные борные, углеродные, керамические волокна. Вискеризация - улучшение сцепления достигаемой травлением, поверхностной обработкой волокон. Вискеризация – это выращивание монокристаллов карбида кремния на поверхности углеродных, борных

и других перпендикулярно их длине. Таким образом, полученные «мохнатые» волокна бора называют «борсик». Выращивание монокристаллов способствует повышению сдвиговых характеристик, модуля упругости и прочности при сжатии без снижения свойств вдоль оси волокна. Например, увеличения объемного содержания нитевидных кристаллов до 4 – 8 % повышает сдвиговую прочность в 1,5–2 раза, модуль упругости и прочность при сжатии на 40 – 50 % [3].

В композитных материалах матрицей служат термореактивные пластмассы – эпоксидные, фенолформальдегидные смолы, полиамиды и другие. Эти композиты на неметаллической основе (полимеры) имеют следующие преимущества по сравнению с металлическими сплавами и композитами на металлической основе [4]:

а) механические свойства–высокая удельная прочность (1,2 ...2,2 по сравнению с 2,25...4,8 для композитов на металлической основе); высокая усталостная прочность; хорошие антифрикционные и амортизационные свойства;

б) химические свойства–высокая химическая стойкость;

в) технологические свойства–хорошая обрабатываемость;

г) экономические свойства–дешевые исходные материалы.

Основными недостатками КМ на полимерной основе являются: резкая потеря прочности при температурах выше 100...200 С, горючесть, отсутствие способности к сварке.

Первоначальными композитными материалы на полимерной основе являются стеловолокниты. Стекловолокониты по удельной прочности превосходят легированные стали, сплавы алюминия, магния, титана. В двигателях внутреннего сгорания на зарубежных автомобильных фирмах (пажарно-спасательной) из стекловолоконитов изготавливают детали топливно-подающей системы (фирма Zeta), крыльчатки вентиляторов систем охлаждения, расширительные бачки радиаторов (Ford), головки цилиндров, бензиновые баки (BMW, DuPont).

Полимерная матрица в карбоволокнитах при $\rho = 1,4...1,55 \text{ т/м}^3$ армирована углеродными волокнами, а в бороволокнитах – бором. Такие композитные материалы в двух типах отличаются высоким модулем упругости, высокой прочностью и выносливостью. Один из них бороволокниты отличаются высокой усталостной прочностью, специфическими химическими свойствами: стойкостью к проникновению воды, органических растворителей, радиации, горюче смазочных материалов. Полимерная матрица с бороволокнитами применяют в авиационной и космической технике для изготовления роторов, лопаток компрессоров, лопастей винтов, трансмиссионных валов вертолетов.

В органоволокнитах в качестве наполнителя применяют синтетические волокна (капрон, лавсан, винил, полиамид) имеющие преимущество для снижения плотности композита до $1,15...1,5 \text{ т/м}^3$, при этом также существенно снижают предел выносливости и модуль упругости. Кроме этого, эти композитные материалы отличаются стабильностью механических свойств при резком перепаде температур, действии ударных и циклических нагрузок; высокой химической стойкостью и диэлектрическими свойствами. Этих композитов применяют в качестве изоляционного и конструктивного материалов в электрорадиопромышленности, авиа- и автостроении.

Выводы

1. Конструкционные композитные материалы, используемые при низких температурах, применяются стальные и бериллиевые проволоочные волокна, а для композитов эксплуатируемых высоких температурах, - вольфрамовые и молибденовые.

2. Знание закономерностей, определяющих в материале наличие физических, механических, химических, технологических свойств позволяет рационально использовать существующие и создавать новые композитные материалы.

3. Разработка и массовая эксплуатация новых композитных материалов находится в стадии развития и становления.

4. Кроме этого, литература по композитным материалам направлено на научные работы, а не на инженеров по проектированию и изготовлению конструкций из композита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзамасов Б.Н. и др. «Материаловедение». Москва. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2001 г.
2. Махкамов Н.Я. «Материаловедение». Ташкент. Изд. ВТИ НГ РУз, 2018 г.-318 с.
3. Суздалев И.П. Физика – химия нано кластеров, нано структур и нано материалов. М. Ком. книга 2006 г. 592с.
4. Properties of metal-based and nonmetal-based compositematerials: A brief reviewN Y Makhkamov, SOI: 1.1/TAS DOI: 10.15863/TAS International Scientific Journal Theoretical & Applied Science p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online) Year: 2020 Issue: 06 Volume: 86 Published: 30.06.2020 <http://T-Science.org> Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-06-86-115>Doi:<https://dx.doi.org/10.15863/TAS> Scopus *ASCC*: 2200.Philadelphia, USA. NN.629-634

УДК 614.843.27

НАПОРНЫЙ ПОЖАРНЫЙ РУКАВ С РАСШИРЕННЫМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ НАЗНАЧЕНИЕМ

Сараев И.В.

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье представлена попытка решения актуальной проблемы – ориентирование звеньев ГДЗС при работе в непригодной для дыхания среде, путем модернизации и расширения функционального назначения напорного пожарного рукава. Экспериментально доказано, модернизированный пожарный рукав способен выполнять дополнительные функции в непригодной для дыхания среде с плотным задымлением.

Ключевые слова: напорный пожарный рукав, газодымозащитная служба, звено ГДЗС, люминофоросодержащий состав, эвакуация, низкая видимость в дыму.

FIRE HOSE WITH EXTEND FUNCTIONAL DESTINATION

Saraev I.V.

Ivanovo Fire Rescue Academy of EMERCOM of Russia

Abstract. The article presents an attempt to solve an urgent problem – the orientation of the GDZS units when working in an unsuitable environment for breathing, by modernizing and expanding the functional purpose of the pressure fire hose. It is experimentally proved that the upgraded fire hose is able to perform additional functions in an inhospitable environment with dense smoke.

Keywords: pressure fire hose, gas and smoke protection service, GDZS link, phosphor containing composition, evacuation, low visibility in smoke.

В настоящее время поиск пострадавших и тушение пожаров в непригодной для дыхания среде усложняется ввиду конструктивных особенностей планировки, а именно сложной планировкой зданий (сооружений), работой в подвальных помещениях и др., что несомненно негативно сказывается на общем темпе и эффективности спасательных работ.

В соответствии с нормативной правовой базой МЧС России, для работы в непригодной для дыхания среде газодымозащитники (спасатели/пожарные) обязаны выполнять работы по поиску пострадавших и очага горения с минимальным оснащением звена ГДЗС [1].

При проведении работ в непригодной для дыхания среде, звенья ГДЗС часто встречаются с проблемой – пониженная видимость в дыму. Для того, чтобы звену вернуться

из непригодной для дыхания среды на свежий воздух газодымозащитники могут использовать собственно сам пожарный рукав, также, как и пострадавшие, которые не стали дожидаться помощи и решили эвакуироваться самостоятельно. Но в условиях сниженной видимости возникает проблема с ориентацией в пространстве даже с использованием группового и индивидуальных фонарей.

На настоящее время актуальным вопросом в области пожарной безопасности является вопрос, касающийся повышения эффективности действий подразделений пожарной охраны. Особое внимание уделяется работе газодымозащитников в непригодной для дыхания среде.

Исходя из статистических данных, представленных в открытом доступе, можно сделать вывод, что число спасенных людей на пожаре напрямую зависит от нескольких факторов, таких как:

- 1) квалификация газодымозащитников;
- 2) слаженность действий звена ГДЗС при работе в непригодной для дыхания среде;
- 3) наличие достаточного количества средств спасения (минимальное оснащение).

Пожарный рукав – это вид пожарно-технического оборудования, которым должны укомплектовываться все пожарно-спасательные подразделения МЧС России [2]. Они предназначены для транспортировки и подачи огнетушащих веществ непосредственно к очагу пожара.

Общеизвестно, что первоочередной задачей пожарно-спасательных подразделений при выполнении аварийно-спасательных работ является спасение жизни людей и достижение ликвидации пожара в кратчайшие сроки. Наряду с этим в состав минимального звена ГДЗС в соответствии с приказом МЧС России [1] входит рукавная линия, для обеспечения оперативной подачи огнетушащих веществ в случае обнаружения пожара. Ввиду того, что при проведении разведки в непригодной для дыхания среде звено ГДЗС работает с пожарными рукавами D51 мм. В рамках дальнейшего исследования будут рассматриваться пожарные рукава только D51 мм (рисунок 1).



Рисунок 1 Стандартный пожарный рукав D51 мм

Гипотеза исследования заключается в том, что пожарный рукав с нанесенным на его поверхность люминофоросодержащего состава (фотолюминесцентная краска и жидкая резина с люминофором), позволит ему выполнять функцию «сигнального маяка» (рисунки 2, 3) при спасении пострадавших из непригодной для дыхания среды в условиях пониженной видимости в дыму. Так же рукавная линия может выступать в качестве линии, указывающей путь эвакуации непосредственно наружу.



Рисунок 2 Модернизированный пожарный рукав 1-й вариант

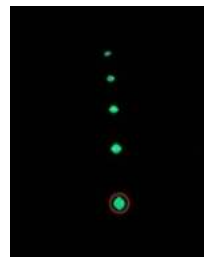


Рисунок 3 Модернизированный пожарный рукав 2-й вариант

**Примечание. Изображения 2 и 3 демонстрируют фосфоресценцию нанесенных составов в неосвещенном помещении.*

Испытание предлагаемого варианта пожарного рукава проводилось в наиболее приближенных к реальным условиям, при сильном задымлении (рисунки 4, 5).



Рисунок 4 Модернизированный пожарный рукав 1-й вариант

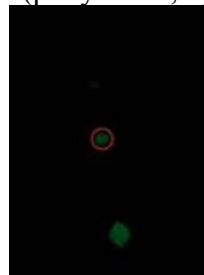


Рисунок 5 Модернизированный пожарный рукав 2-й вариант

**Примечание. Изображения 4 и 5 демонстрируют флуоресценцию нанесенных составов в помещении с сильным задымлением.*

Так же испытание модернизированного пожарного рукава проводилось под свечением ультрафиолетового фонаря (рисунки 6, 7).



Рисунок 6 Модернизированный пожарный рукав под светом ультрафиолетового фонаря 1-й вариант

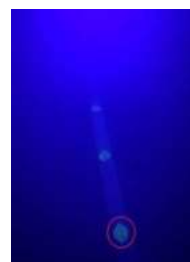


Рисунок 7 Модернизированный пожарный рукав под светом ультрафиолетового фонаря 2-й вариант

**Примечание. Изображения 6 и 7 демонстрируют флуоресценцию нанесенных составов в помещении с плотным задымлением под действием ультрафиолетового света.*

Из промежуточных результатов исследования можно выделить, что были проведены натурные испытания модифицированного пожарного рукава в учебно-тренировочном комплексе для проведения занятий по ПСП и ГДЗС на загородной учебной базе ИПСА ГПС МЧС России (рисунки 6, 7).

По итогам испытания модифицированного пожарного рукава, эмпирическим путем определено, что применение такого рукава может обеспечить повышение эффективности действий звеньев ГДЗС при проведении аварийно-спасательных работ в непригодной для дыхания среде путем обозначения рукавной линии светом, так же данный рукав может обеспечить обозначение пути выхода звена ГДЗС из непригодной для дыхания среды, то есть выполнять функцию направляющего троса.

Модернизированный пожарный рукав может решать несколько задач:

- 1) доставка огнетушащих веществ к очагу пожара;
- 2) обозначение пути выхода звена ГДЗС из непригодной для дыхания среды, а также обозначение пути выхода для пострадавших, которые не стали дожидаться помощи и решили эвакуироваться самостоятельно;
- 3) увеличение стойкости пожарного рукава к абразивному износу.

Увеличение стойкости пожарного рукава к абразивному износу обеспечивается путем нанесения на внешнюю оболочку люминофоросодержащего состава.

Таким образом модернизированный пожарный рукав, может обеспечить повышение эффективности действий подразделений ГПС МЧС России при работе в непригодной для дыхания среде путем повышения темпа выхода из непригодной для дыхания среды как звеньев ГДЗС, так и самих пострадавших, что обеспечивается повышением уровня видимости пожарного рукава в условиях задымления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ МЧС РФ от 9 января 2013 г. № 3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде».
2. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 51049-2008 «Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний» (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2008 г. № 409-ст.

УДК 614.844.5

РАСЧЕТ ДАЛЬНОСТИ ПОДАЧИ ПЕННОЙ СТРУИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УСТАНОВОК ГЕНЕРИРОВАНИЯ КОМПРЕССИОННОЙ ПЕНЫ

Скорупич И.С.

Грачулин А.В., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Разработана схема проведения эксперимента, который позволит определить возможность создания методики моделирования движения компрессионной пены в воздушном пространстве с помощью эмпирических формул.

Ключевые слова: водная струя, установка генерирования компрессионной пены, эксперимент, дальность подачи компрессионной пены.

CALCULATION OF THE FOAM JET SUPPLY RANGE WHEN USING COMPRESSION FOAM GENERATING UNITS

Skorupich I.S.

Grachulin A.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. A scheme for carrying out an experiment has been developed, which will determine the possibility of creating a technique for modeling the movement of compression foam in air using empirical formulas.

Keywords: water jet, installation of generation of compression foam, experiment, range of delivery of compression foam.

Исходя из опыта предыдущих изысканий в области описания движения струй в воздушном пространстве установлено, что исследователям не удалось получить аналитические уравнения движения струй, отвечающее действительности, поэтому, для расчета струй применяют эмпирические уравнения. Основными условиями, затрудняющими моделирование являются следующие факторы: тело, движущееся в среде, встречает со стороны последней сопротивление (полное), обусловленное изменением направления обтекания (сопротивление давления) и возникающей на боковых поверхностях тела тангенциальной силой трения (сопротивление трения), так же известно, что по мере удаления струи от места выпуска ее характеристики (геометрические и динамические) изменяются, что делает очевидным переменный характер коэффициента полного сопротивления [1].

В части описания движения пенной струи при использовании установок генерирования компрессионной пены возникают и иные сопутствующие факторы. Они обусловлены сложной структурой компрессионной пены, более высокой скоростью истечения из ствола, сжимаемостью смеси и другими факторами, усложняющими моделирование.

Однако, наличие методик по определению дальности полета струи воды, использующих эмпирические формулы, дает возможность предполагать об возможности описания движения компрессионной пены в воздушном пространстве с использованием эмпирических зависимостей.

Для описания дальности полета струи воды выделяют два основных подхода, основанных на разных методах и имеющих разную степень точности.

В первом случае рассматривается эмпирическая формула Й. П. Гавырина (1). Данная формула имеет эмпирический характер и применялась для расчета дальности полета компактной части водной струи при гидромониторной разработке грунтовых массивов (для золотодобычи). Применив вышеуказанную формулу (1) к используемым в подразделениях по чрезвычайным ситуациям водным стволам, была установлена достаточная точность в сходимости результата расчета и требуемой минимальной дальности подачи [2].

$$L = 0,415 \sqrt{\theta \cdot d_0 \cdot H^2} \quad (1)$$

где H – напор на выходе из насадка, м;

d_0 – диаметр выходного отверстия насадка, мм;

θ – угол наклона оси ствола к горизонту, град.

Вторая методика базируется на баллистике. Это – наука, изучающая движение тела в поле гравитации и воздушной среде. Основной задачей баллистики струй является решение вопроса о том, с какой начальной скоростью и под каким углом наведения должна вылететь струя, чтобы достигнуть определенной точки на поверхности или в пространстве [3]. Данная методика решает задачу нахождения материальной точки, начавшей движение под углом к горизонту в любой момент времени, которая описывается уравнением движения материального тела (2).

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \theta - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \theta} \quad (2)$$

где v_0 – скорость тела в начальный момент времени;

y, x – координаты движения;

g – ускорение свободного падения.

Ствольная пожарная техника в свою очередь предназначена для подачи огнетушащего вещества на значительные расстояния в воздушном пространстве. Вылетев из ствола, струя движется в воздухе по инерции по траектории, приближенной к параболической. Действие сил тяжести не зависит от скорости полета тела, поэтому снижение тела в полете относительно линии вылета также будет совершаться по закону свободного падения тел, выпущенных под углом к горизонту ствола [4].

Согласно закону сохранения энергии, приравнявая кинетическую энергию тела брошенного вверх, в начале движения к потенциальной энергии в точке наивысшего подъема получаем выражение (3):

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \theta - \frac{x^2}{4H \cos^2 \theta} \cdot \left(1 + \frac{K}{d} \cdot H\right) \quad (3)$$

где K – эмпирически рассчитываемый коэффициент трения в воздухе наклонной гидравлической струи.

В связи с этим, было решено, что проведение эксперимента в данной сфере позволит создать методику описывающую дальность подачи компрессионной пены на основе эмпирических формул.

Исходя из вышесказанного, руководствуясь результатами предыдущих исследований в целях проведения эксперимента была выбрана следующая схема (рисунок 1).

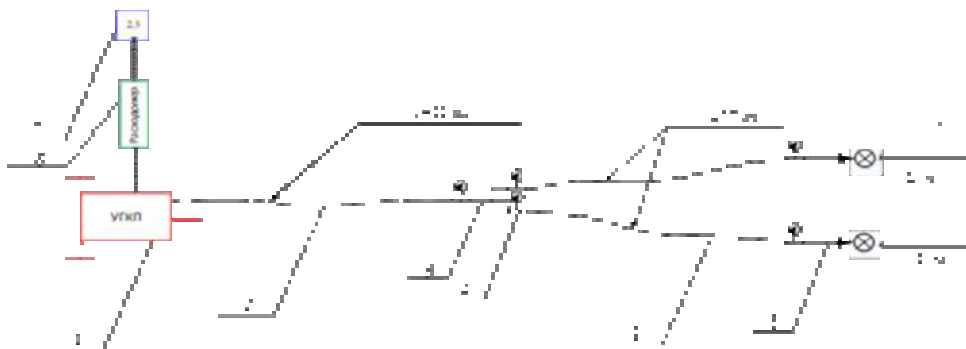


Рисунок 1 – Схема проведения эксперимента

- 1 – установка генерирования компрессионной пены;
- 2 – магистральная рукавная линия;
- 3 – трехходовое разветвление;
- 4 – датчики измерения давления;
- 5 – ствол для подачи компрессионной пены;
- 6 – расходомер;
- 7 – емкость с ОТВ;
- 8 – рабочая линия.

Исходя из экспериментальных данных различных исследователей для определения дальности пенной струи пожарный ствол было принято установить под углом $\alpha = 30 \pm 1^\circ$ на высоте $h = 1,00 \pm 0,01$ м от выходного отверстия насадка до площадки (рисунок 2).

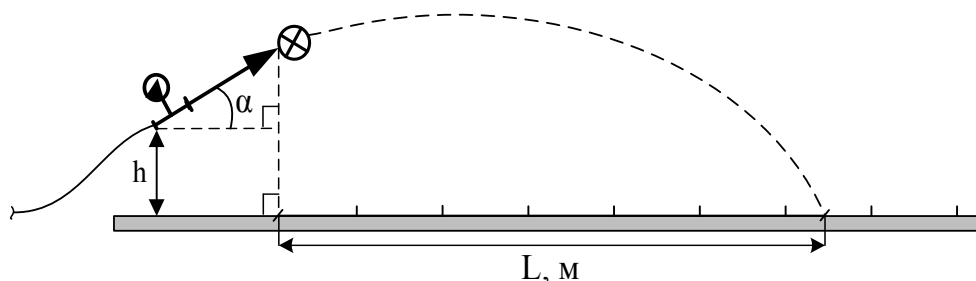


Рисунок 2 – Схема установки пожарного ствола

Данное расположение ствола соответствует нормативным документам и оптимально для определения дальности подачи струи.

В связи с вышесказанным проведение эксперимента в данной сфере даст ответ о возможности преобразования вышеуказанных методов, для теоретического моделирования пенной струи в воздушном пространстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качалов, А.А. Противопожарное водоснабжение : учеб. пособие для пожарно-техн. училищ / А.А. Качалов, А.Е. Кузнецова, Н.В. Богданова. – М. : Стройиздат, 1975. – 272 с.
2. Иванов, Е.Н. Противопожарное водоснабжение / Е.Н. Иванов. – М. : Стройиздат, 1986. – 316 с.
3. Альтшуль, А.Д. Гидравлика и аэродинамика (Основы механики жидкости) : учеб. пособие для вузов / А.Д. Альтшуль, П.Г. Киселев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1975. – 323 с.

4. Здор, Г.Н. Уточнение зависимостей для построения огибающих кривых компактной и раздробленной гидравлических струй лафетных стволов пожарных роботов / Г.Н. Здор, А.В. Потеха // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 6. Тэхніка. – 2015. – № 2 (204). – С. 68–77

УДК 614.841

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНО-ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМ ВИДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА

Суриков А.В.

Лешенюк Н.С., доктор физико-математических наук, профессор

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Экспериментальным путем определены значения ослабления оптического излучения при его прохождении через образованный при горении 10 синтетических и целлюлозосодержащих полимеров дым, в результате чего получены зависимости показателя ослабления оптического излучения от его длины волны в диапазоне 400÷1100 нм. С учетом скорректированного аналитического метода расчета дальности действия активно-импульсной системы видения определена эффективность ее применения в помещениях в условиях пожара.

Ключевые слова: дымообразующая способность, удельный выход дыма, показатель ослабления оптического излучения, длина волны зондирующего излучения, доля сгоревшей массы материала, активно-импульсная система видения, видимость, длительность импульса лазерного прожектора.

ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF APPLICATION OF ACTIVE-PULSE SYSTEMS OF VISION IN THE CONDITIONS OF FIRE

Surikov A.

Leshenyuk N., Grand PhD in Physical and Mathematical Sciences, Professor

Abstract. The values of the attenuation of optical radiation during its passage through the smoke formed during the combustion of 10 synthetic and cellulose-containing polymers have been determined experimentally, as a result of which the dependences of the attenuation index of optical radiation on its wavelength in the range of 400÷1100 nm are obtained. Taking into account the corrected analytical method for calculating the range of the active-impulse vision system, the effectiveness of its use in premises under fire conditions has been determined.

Keywords: smoke-generating ability, specific smoke output, optical radiation attenuation index, probe radiation wavelength, fraction of burnt material mass, active-pulse vision system, visibility, pulse duration of a laser searchlight.

На скорость проведения аварийно-спасательных работ по поиску и спасению людей при пожаре влияет сильное задымление и наличие повышенной температуры. Применяемые для целей улучшения видимости приборы (осветительные фонари, телевизионные системы, тепловизоры) не убирают помехи обратного рассеяния света и теплового излучения, что накладывает серьезные ограничения на возможности их применение. Для успешного решения данной проблемы перспективным является применение оптико-электронных

систем, известных как активно-импульсные системы видения (АИСВ). Принцип действия АИСВ основан на применении метода стробирования по дальности [1].

Дальность действия АИСВ $l_{действ}$ существенно зависит от параметров среды распространения лазерного излучения и технических характеристик элементов системы, в частности, спектральной чувствительности ЭОП и длительности импульсов подсветки зондирующего излучения. В существующих методиках расчета АИСВ [2-4], применяемых для определения $l_{действ}$ в условиях тумана, не учитывается зависимость показателя ослабления k от длины волны зондирующего излучения λ . В дополнение, k зависит от динамики пожара.

В существующих математических моделях развития пожара время достижения определенного значения показателя ослабления k зависит от дымообразующей способности пожарной нагрузки. Применяемая для расчета база данных типовой пожарной нагрузки, разработанная более 20-ти лет назад, не отвечает современным условиям в силу расширения номенклатуры современных материалов. Прямое использование для расчета показателя ослабления k коэффициента дымообразования D_m и существующего аналитического метода определения удельного выхода дыма Y_s – параметров, характеризующих дымообразующую способность пожарной нагрузки, – не учитывает ряда особенностей моделирования развития пожара. В частности, не учитывается доля сгорания материала $A_{дсм}$ при определении его D_m , длина волны зондирующего излучения и зависимость удельного массового коэффициента экстинкции σ_s (параметра, входящего в аналитическое уравнение, связывающее D_m и Y_s) от вида материала пожарной нагрузки. Дополнительной особенностью применения АИСВ в условиях пожара в помещениях является необходимость значительного уменьшения длительности импульсов подсветки зондирующего излучения (до 100 раз в сравнении с АИСВ, применяемыми в условиях тумана).

Для исследований влияния указанных выше параметров на значение показателя ослабления k были выбраны 5 синтетических полимерных материалов и 5 материалов на основе древесины. Установлено, что для ряда синтетических полимерных материалов (пенополистирол, пенополиуретан и полиэтилен) характерно полное выгорание при определении их коэффициентов дымообразования D_m . Значение доли сгорания материала $A_{дсм}$ при определении коэффициента дымообразования для синтетических полимеров (поливинилхлорид и резина), склонных при горении к образованию коксового остатка, составляет $0,50 \div 0,75$. Природные полимерные и композиционные (на основе древесины) материалы имеют значения $A_{дсм}$ равные $0,80 \div 0,85$. При этом с уменьшением толщины материала наблюдается увеличение значения $A_{дсм}$. Для слоистых материалов (например, фанеры с толщиной слоя около 1,3 мм) $A_{дсм}$ составляет 0,95. Установлено, что в диапазоне длин волн 400-1100 нм зависимости показателя ослабления k от длины волны зондирующего излучения λ в целом идентичны для всех исследованных материалов и подчиняются зависимости вида:

$$\frac{k_{\lambda}}{k_{650}} = A_1 \cdot \lambda^{-A_2} \quad (1)$$

где A_1 и A_2 – коэффициенты, равные для пенополиуретана – $A_1 = 1130,6$, $A_2 = 1,065$; для поливинилхлорида – $A_1 = 653,0$, $A_2 = 1,004$; для фанеры – $A_1 = 196,2$, $A_2 = 0,820$; для древесины – $A_1 = 97,7$, $A_2 = 0,704$; для древесно-волоконистой плиты средней плотности – $A_1 = 933,9$, $A_2 = 1,058$; для древесно-стружечной плиты – $A_1 = 2035,7$, $A_2 = 1,161$; для пенополистирола – $A_1 = 3069,5$, $A_2 = 1,232$; для полиэтилена – $A_1 = 1220,8$, $A_2 = 1,091$; для резины – $A_1 = 47,0$, $A_2 = 0,589$; для ориентированно-стружечной плиты – $A_1 = 464,5$, $A_2 = 0,956$.

Полученные экспериментальные данные позволили скорректировать методику расчета расстояния предельной видимости при пожаре и показателя ослабления оптического излучения, при его прохождении через дым. Исходя из уравнения энергетического баланса излучения, уравнения баланса оптической плотности дыма и проведенных исследований скорректирован аналитический метод расчета дальности действия АИСВ для их применения в условиях пожара в помещениях. Изучена зависимость дальности действия АИСВ при увеличении длины волны зондирующего излучения в сравнении с дальностью действия

АИСВ при длине волны 850 нм (длина волны, применяемая в серийно выпускаемых системах) в условиях задымления при пожаре в помещениях. Установлено, что при неизменной энергии импульса излучения и спектральной чувствительности электронно-оптического преобразователя (ЭОП) системы дальность действия АИСВ увеличивается в 1,2 раза при увеличении длины волны зондирующего излучения λ с 850 нм до 1100 нм и в 1,5 раза при увеличении λ с 850 нм до 1700 нм.

С учетом длины волны лазерных прожекторов, спектральной чувствительности ЭОП и уменьшения энергии импульса лазерной подсветки проведена серия расчетов дальности АИСВ в условиях задымления. На рисунке 1 показана зависимость отношения дальности действия АИСВ при длине волны 1700 нм и 1100 нм $l_{действ}(\lambda)$ к дальности действия АИСВ при длине волны 850 нм $l_{действ}(850)$ от относительного уменьшения энергии импульса излучения. Установлено, что при уменьшении энергии импульса излучения до 100 раз отношение дальности действия АИСВ при $\lambda = 1700$ нм к дальности действия АИСВ при длине волны 850 нм увеличивается в 1,2÷1,5 раза, а при $\lambda = 1100$ нм – 1,1÷1,2 раза. Показано, что применение лазерных прожекторов на длине волны 1060 нм не является целесообразным. Установлено, что перспективным для применения АИСВ в условиях задымления при пожаре является использование лазерных излучателей с длиной волны 1540 нм. На рисунке 2 приведены результаты расчетов отношения дальности действия АИСВ на длине волны $\lambda = 1540$ нм $l_{действ}(1540)$ к дальности действия АИСВ на длине волны $\lambda = 850$ нм $l_{действ}(850)$.

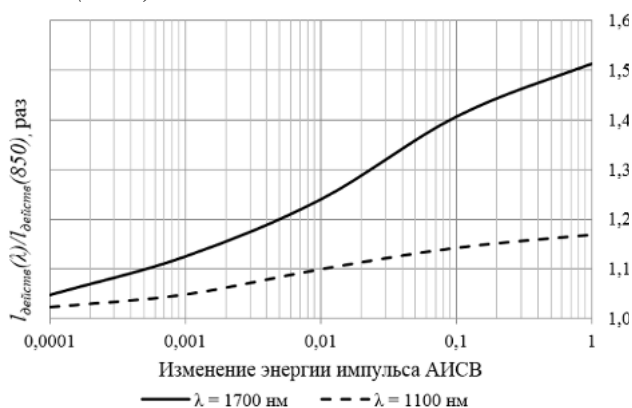


Рисунок 1. – Отношение дальности действия АИСВ при длине волны 1700 нм и 1100 нм $l_{действ}(\lambda)$ к дальности действия АИСВ при длине волны 850 нм $l_{действ}(850)$

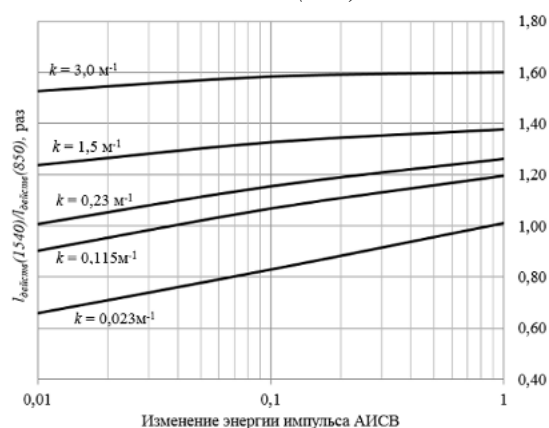


Рисунок 2. – Зависимости отношения дальности действия АИСВ при длине волны 1540 нм $l_{действ}(1540)$ к дальности действия АИСВ при длине волны 850 нм $l_{действ}(850)$ от изменения энергии импульса подсветки при различной степени задымления

Оценка эффективности определялась с учетом степени задымления помещений, т.е. для разных значений показателя ослабления среды k . Установлено, что при малых значениях плотности задымления (показатель ослабления $k < 0,23 \text{ м}^{-1}$) и уменьшении энергии импульса подсветки системы до 100 раз отношение дальности действия АИСВ при $\lambda = 1540$ нм к дальности действия АИСВ при длине волны 850 нм составляет 1÷1,3 раза. При увеличении показателя ослабления до значений 1,5÷3,0 м^{-1} это отношение составляет 1,2÷1,6 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оптико-электронная система улучшения видимости при задымлении / А.В. Суриков [и др.] // Вестник КИИ МЧС Республики Беларусь. – 2014. – № 2 (20). – С. 4-12.
2. Дегтярев, П.А. Исследование и разработка устройств получения видеосигнала в активно-импульсной телевизионной системе наблюдения : дис. ... канд. техн. наук : 05.12.04 / П.А. Дегтерев. – Томск, 2005. – 160 л.
3. Волков, В.Г. Основы построения активно-импульсных приборов ночного видения с использованием лазерных излучателей: дис. ... д-р техн. наук : 05.27.03 / В.Г. Волков. – М., 2005. – 367 л.

4. Кирпиченко, Ю.Р. Оценка возможностей регистрации изображений активно-импульсной телевизионной системой в сложных условиях наблюдения // Ю.Р. Кирпиченко // Доклады ТУСУРа. – 2011. – № 2 (24). – Ч.1. – С. 114-117.

УДК 614.84

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАЗВЕДКИ

Сыровой В.В., кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Предложено разведку пожара разделить на два вида: стратегическое разведка, которая проводится еще на стадии проектирования, строительства и эксплуатации объектов и завершается уведомлением о реальной пожар и тактическую разведка, которая начинается с момента оповещения о пожаре и ведется непрерывно до полной ликвидации.

Ключевые слова: разведка пожара, стратегическая разведка, тактическая разведка.

ENSURING THE EFFICIENCY OF FIRE AND RESCUE UNITS DURING INTELLIGENCE

Syrovoi V.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

National University of Civil Defense of Ukraine

Abstract. It is proposed to divide fire reconnaissance into two types: strategic reconnaissance, which is carried out at the stage of design, construction and operation of facilities and ends with notification of a real fire, and tactical reconnaissance, which begins with fire notification and is conducted continuously until complete elimination.

Keywords: fire reconnaissance, strategic reconnaissance, tactical reconnaissance.

Опыт тушения пожаров показывает, что успешное выполнение подразделениями основного оперативного задания возможно только в том случае, когда они используют достоверные, достаточно точные и своевременно полученные сведения об обстановке на пожаре.

Условия тушения современных пожаров, характеризующиеся быстрым и резким изменением обстановки еще больше повысило роль и значение разведки пожара. Поэтому КПП необходимо в кратчайшие сроки установить обстоятельства пожара и соответственно их оценить, принять решение на оперативные действия и убедиться в их выполнении. Это может быть достигнуто, если начальствующий состав начнет процесс разведки не после получения оповещения о пожаре, а значительно раньше, еще на стадии строительства этого объекта (здания). При этом изучается его оперативно-тактическая характеристика, наличие, количество и местоположение людей, пожарная опасность технологического процесса, количество и характеристика средств пожаротушения. На основе этого рассматривается возможная наиболее сложная обстановка пожара, определяется необходимое количество сил и средств и их расстановка на местности. Результаты этой разведки оформляются составлением оперативных планов и карточек пожаротушения. После утверждения документа проводится его отработки с привлечением расчетного количества сил и средств. Вся эта работа позволяет КПП уже на реальном пожаре резко уменьшить время на оценку обстановки, определения решающего направления и отдачу конкретных команд на действия пожарно-спасательных подразделений, и обеспечит эффективность их работы [1].

Учитывая указанное выше разведку пожара можно разделить на два вида:

- стратегическая разведка, которая проводится еще на стадии проектирования, строительства и эксплуатации объектов и завершается уведомлением о реальной пожаре;
- тактическая разведка, которая начинается с момента оповещения о пожаре и ведется непрерывно до полной ее ликвидации (рис. 1) [2].

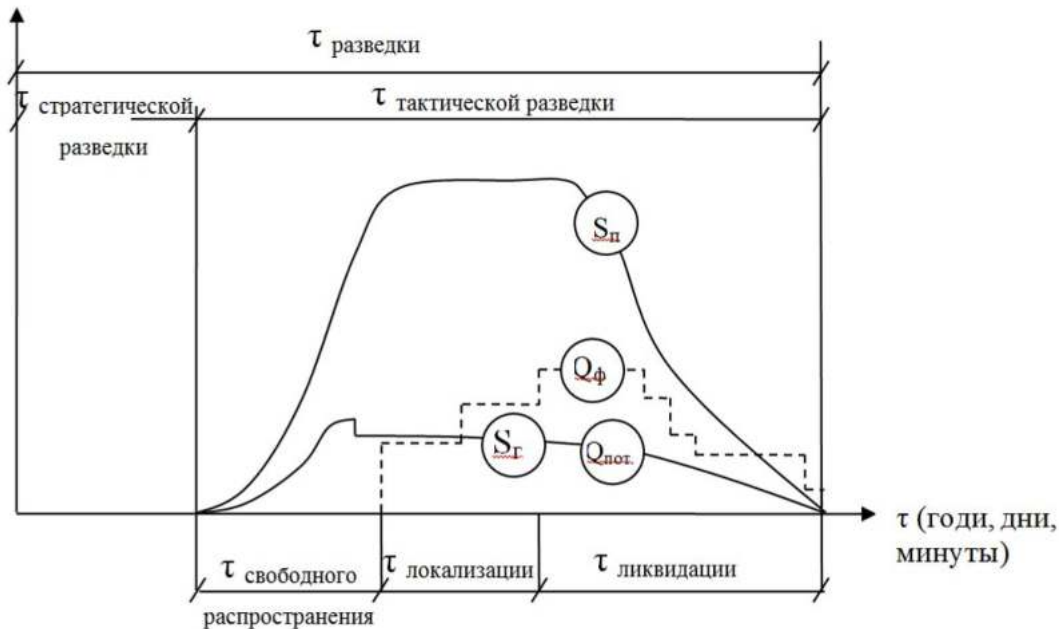


Рис. 1. График распространения и тушения пожара

где S_p — площадь пожара, m^2 ;

τ — время развития и тушения пожара, хв.;

$\tau_{розв. ОВ}$ — общее время ведения разведки возможного пожара с момента строительства;

$\tau_{страт. ОА}$ — время ведения стратегической разведки пожара, годы, месяцы, дни;

$\tau_{такт. АВ}$ — время ведения тактической разведки пожара, сутки, часы, мин.

Стратегическая разведка организуется и проводится с целью подготовки гарнизона пожарно-спасательной службы к ликвидации возможных пожаров различных по характеру и масштабам. Иногда на этой стадии решают вопрос о создании достаточного количества пожарно-спасательных подразделений, оснащению их необходимым пожарно-спасательной техникой и средствами пожаротушения, а также мероприятий гарантирующих быстрое прибытие необходимого количества сил и средств, способных ликвидировать пожар в размерах, которые он принял на момент прибытия подразделения [3].

Эти меры начальствующим составом управлений и подразделений выполняются регулярно согласно планам служебной подготовки.

Тактическая разведка проводится на протяжении выполнения всех видов оперативных действий пожарно-спасательных подразделений с момента получения извещения о пожаре (в процессе выезда и движению на пожар, при проведении спасательных и эвакуационных работ, оперативном развертывании и обычно при тушении пожара в период локализации и ликвидации пожара).

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы тактики гасіння пожеж: навч. посіб. / В.В. Сировий, Ю.М. Сенчихін, А.А. Лісняк, І.Г. Дерев'яноко. — Х.: НУЦЗУ, 2015. — 216 с. — Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/senchihin/osnovy-taktik.pdf>.
2. Довідник керівника гасіння пожежі. — Київ: ТОВ «Літера-Друк», 2016. — 320 с.
3. Пожежна тактика П.П. Ключ, В.Г. Палюх, А.С. Пустовой, Ю.М. Сенчихін, В.В. Сировий. Харків. 1998 — 458 С.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

Сыровой В.В., кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Рассмотрена принципиальная схема системы тушения пожара, состоящая из трех элементов: пожар (объект работы); пожарные подразделения (силы и средства); управления тушением пожара.

Ключевые слова: система тушения пожара, пожар, управления тушением пожара.

FEATURES OF FUNCTIONING OF THE FIRE EXTINGUISHING SYSTEM

Syrovoy V.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

National University of Civil Defense of Ukraine

Abstract. The schematic diagram of the fire extinguishing system consisting of three elements is considered: fire (object of work); fire departments (forces and means); fire extinguishing control.

Keywords: fire extinguishing system, fire, fire extinguishing control.

Процесс тушения пожара является целесообразно управляемым и представляет собой систему действий руководства тушением пожара и действий подразделений по выполнению распоряжений руководства, направленные на тушение пожара. Рассмотрим принципиальную схему системы тушения пожара, состоящая из трех элементов: П - пожар (объект работы); ПП - пожарные подразделения (силы и средства); РТП, НШ, НТ, НОД - управление тушением пожара [1].

Из рисунка 1 видно, что успех тушения любой пожара зависит от скорости действий всех звеньев руководства тушением пожара, обеспечивается уровнем их профессиональной подготовки и практического опыта, а также времени оперативной работы пожарно-спасательных подразделений по тушению пожара, который зависит от уровня подготовки личного состава караулов пожарно-спасательной службы.

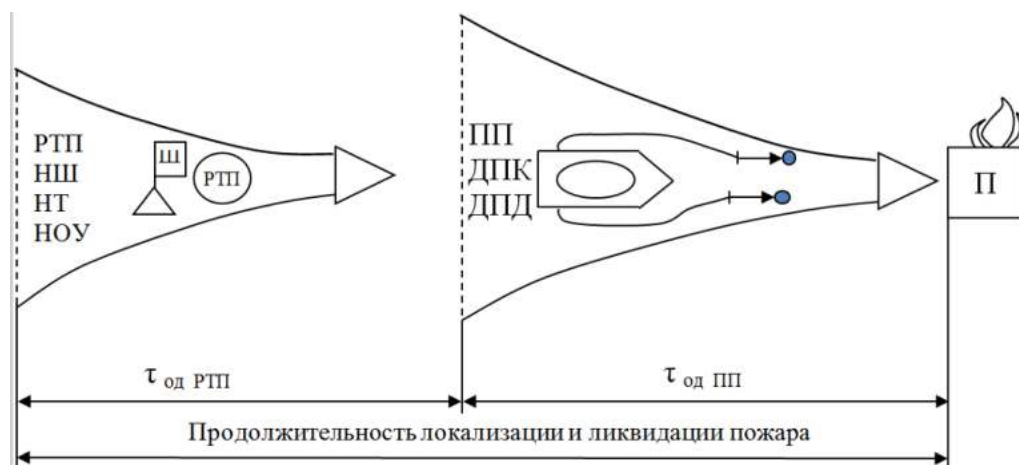


Рисунок 1 – Принципиальная схема функционирования системы тушения пожара

Весь период тушения пожара по времени можно условно разделить на два периода: период локализации и период ликвидации пожара (рис. 2).

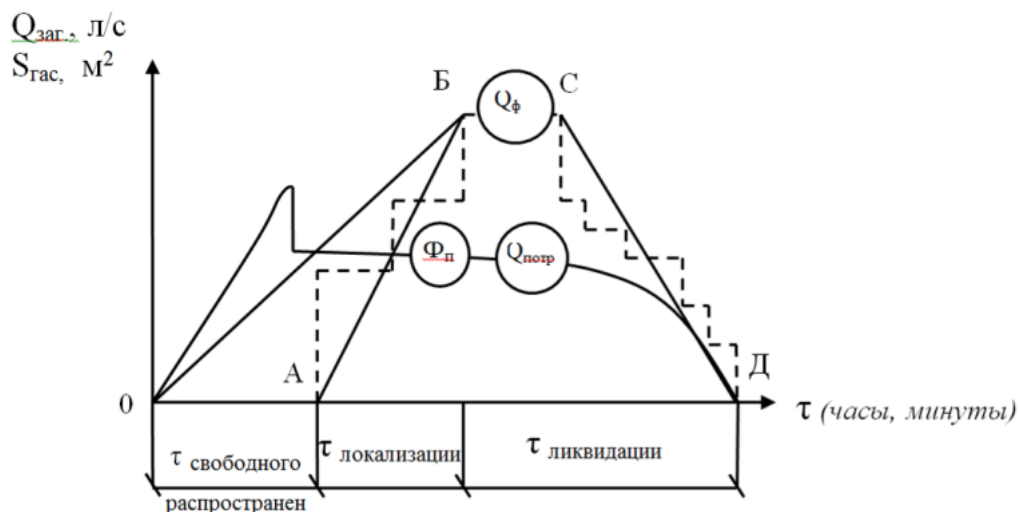


Рисунок 2 – График оперативных действий пожарно-спасательных подразделений

Из приведенного графика видно, что период локализации пожара характеризуется наращиванием фактического расхода огнетушащих веществ, а период ликвидации пожара на начальной стадии, какое-то время, характеризуется постоянным расходом огнетушащего вещества с ее постепенным уменьшением и доведением до нуля. Ограничения развития пожара и его ликвидации достигаются: своевременным введением в действие необходимого количества сил и средств; быстрым выходом ствольщик на позиции и их умелыми действиями; правильным выбором и непрерывной подачей огнетушащих веществ; созданием противопожарных разрывов.

Началом периода локализации пожара является момент введения огнетушащих веществ к очагу пожара (пожарно-спасательными подразделениями, автоматическими системами тушения, ДПД, населением), или начало выполнения спасательных работ и соответствует точке А на графике (рис. 2). Окончанием периода локализации пожара является момент, когда было ограничено дальнейшее распространение огня, исключена угроза людям и обеспечена возможность ее ликвидации, а это соответствует точке Б на графике. Промежуток времени, соответствует отрезку прямой А-Б на графике, является продолжительностью периода локализации.

Основным показателем количества сил и средств, необходимые для проведения наступательных и защитных действий на пожаре является общий необходимый расход огнетушащих веществ, который определяется по формулам:

$$Q_{\text{потр}}^{\text{заг}} = S_{\text{гас. (пож)}} \cdot I_{\text{с}}^{\text{гас}} + S_{\text{зах}} \cdot I_{\text{с}}^{\text{зах}} \quad (1)$$

где $S_{\text{гас. (пож)}}$ – площадь тушения (пожара), м^2 ; $I_{\text{с}}^{\text{гас}}$, $I_{\text{с}}^{\text{зах}}$ – интенсивность подачи огнетушащего вещества на тушение и защиту, $\text{л}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$; $S_{\text{зах}}$ – площадь защиты от воздействия тепла, м^2 .

Пожар считается локализованной, если: исключено угрозу людям на пожаре; скорость распространения огня равна нулю; фактический расход огнетушащего вещества равен или превышает нужную; фактическая интенсивность подачи огнетушащего вещества равна или превышает нужную.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы тактики гасіння пожеж: навч. посіб. / В.В. Сировий, Ю.М. Сенчихін, А.А. Лісняк, І.Г. Дерев'янка. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – 216 с. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/senchihin/osnovy-taktik.pdf>.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА В ТРУДНОДОСТУПНЫХ ОЧАГАХ ДЫМООБРАЗОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЦИРКУЛЯЦИОННОГО ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА

Тарасюк В.В., Семененко И.А.

И.А. Толкунов, кандидат технических наук, доцент,
И.И. Попов, доцент кафедры, кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Разработана математическая модель процесса очистки газовой среды очагов дымообразования в герметизированных труднодоступных сооружениях рециркуляционным электрофильтром с учетом осаждения частиц дыма под действием силы тяжести и получены аналитические зависимости для определения эффективности процесса дымоудаления в этих сооружениях с помощью рециркуляционного электрофильтра.

Ключевые слова: труднодоступный очаг дымообразования, концентрация частиц дыма, рециркуляционный электрический фильтр, осаждение частиц дыма.

MATHEMATICAL MODEL OF AIR PURIFICATION IN HARD-TO-ACCESS FOCUSES WITH THE USE OF A RECIRCULATING ELECTRIC FILTER

Tarasyuk V.V., Semenenko I.A.

I.A. Tolkunov, PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
I.I. Popov, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

National University of Civil Defense of Ukraine

Abstract. A mathematical model has been developed for the process of cleaning the gas-air medium of smoke foci in closed hard-to-reach structures with a recirculation electrostatic precipitator, taking into account the deposition of smoke particles under the influence of gravity, and analytical dependences are obtained to determine the efficiency of the smoke removal process in these structures using a recirculating electrostatic precipitator.

Keywords: hard-to-reach source of smoke generation, concentration of smoke particles, recirculation electric filter, deposition of smoke particles.

Анализ процессов ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) на потенциально опасных объектах и объектах повышенной опасности показывает, что проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в герметизированных сооружениях с труднодоступными очагами дымообразования связано с целым рядом специфических проблем. Одной из таких проблем является большая аэрозольная загрязненность, в частности задымленность и загазованность воздушной среды в них в концентрациях, превышающих безопасные пороговые значения [1]. Меры, применяемые по отдельности или в комплексе, способны ограничить опасное влияние дыма на людей, снижая его выделение или изменяя направление его движения. При этом снижение уровня дымообразования достигается путем установки автоматических спринклерных систем и ограниченным использованием в здании горючих материалов. Кроме того, могут широко использоваться системы пассивной защиты, например, пути эвакуации могут определенным образом выделяться из общей конструкции сооружения, в частности, ограничиваться

огнезащитными и дымозащитными конструкциями. Однако такие меры не всегда возможно реализовать вследствие их инженерной сложности и высокой стоимости. Поэтому вопросы совершенствования методов и средств борьбы с дымом в труднодоступных очагах чрезвычайных ситуаций требуют особого внимания и актуальны.

В настоящее время существуют различные методы борьбы с дымом, каждый из которых имеет как свои определенные преимущества, так и недостатки по сравнению с другими [2]. Анализ существующих методов борьбы с дымом показывает, что наиболее перспективным методом удаления дыма в герметизированных сооружениях с труднодоступными очагами ЧС является метод электрического осаждения частиц дыма путем использования рециркуляционных электрических фильтров (РЕФ). Данный метод позволяет эффективно снизить концентрацию дыма в очагах пожара в герметизированном сооружении, не затрагивает массовый баланс при пожаре, не загрязняет окружающую среду, позволяет осаждать аэрозоли с размерами частиц в диапазоне 0,01 – 10 мкм, имеет минимальное энергопотребление [3].

Проведенный анализ существующих исследований и публикаций показывает, что в рассматриваемых работах не исследован ряд факторов, влияющих на эффективность работы РЕФ в процессе очистки очагов ЧС от дыма в герметизированных сооружениях. В частности это касается влияния осаждения частиц дыма под действием силы их притяжения в помещении и требует отдельного теоретического исследования. Наиболее целесообразным в настоящее время для исследования путей совершенствования существующих и разработки новых методов борьбы с дымом является математическое моделирование процессов очистки воздуха электрофильтрами, что было выполнено в ходе исследований и позволяет получить информацию об основных закономерностях и показателях как самих методов, так и средств, в которых они реализованы.

Исходя из этого целью работы было получение математической модели процесса очистки труднодоступных очагов дымообразования в герметизированных сооружениях от дыма при работе рециркуляционного электрофильтра с учетом осаждения частиц дыма под действием сил тяжести. Запишем уравнение материального баланса частиц дыма в помещении для элементарного интервала времени ($t, t+dt$):

$$dq = dq_1 + dq_2 - dq_3 - dq_4 - dq_5 - dq_6, \quad (1)$$

где dq – изменение количества частиц дыма в воздухе помещения за время dt ; dq_1 – количество частиц дыма, попадающих в помещение с приточным воздухом n_1 ; dq_2 – количество частиц дыма, попадающих в помещение от источника дымообразования x ; dq_3 – количество частиц дыма, попадающих в помещение из РЕФ; dq_4 – количество частиц дыма, удаляемых из помещения с вытяжным воздухом; dq_5 – количество частиц дыма, удаляемых из помещения в РЕФ; dq_6 – количество частиц дыма, оседающих в помещении под действием силы тяжести.

$$dq = Vdn; \quad (2)$$

$$dq_1 = n_1NVdt; \quad (3)$$

$$dq_2 = xdt; \quad (4)$$

$$dq_3 = n(1 - \eta_\phi)Q_\phi dt; \quad (5)$$

$$dq_4 = nNVdt; \quad (6)$$

$$dq_5 = nQ_\phi dt; \quad (7)$$

$$dq_6 = nW_gS_n dt, \quad (8)$$

где V – объем очищаемого помещения, m^3 ; n – количество частиц дыма, част.; N – интенсивность дымообразования, част./с; Q_ϕ – объемный расход воздуха через РЕФ, $m^3/с$; η_ϕ – степень очистки от дыма; W_g – скорость падения частицы под действием силы тяжести, м/с; S_n – площадь горизонтальной поверхности осаждения частиц дыма в помещении, m^2 .

Скорость W_g определяется по формуле:

$$W_g = \frac{2r^2 \rho g \left(1 + A \frac{1}{r}\right)}{9\mu}, \quad (9)$$

где r – радиус аэрозольной частицы, м; ρ – плотность частиц, кг/м³; g – ускорение свободного падения тела, м/с²; μ – динамическая вязкость воздуха, Н·с·м⁻²; A – коэффициент, зависящий от шероховатости поверхности частицы; l – средняя длина свободного пробега молекул воздуха, м.

Используя (2) – (8), с учетом (9), получаем дифференциальное уравнения (1) в виде:

$$\frac{dn}{dt} = n_1 N + \frac{x}{V} + \frac{n(1-\eta_\phi)Q_\phi}{V} - nN - \frac{nQ_\phi}{V} - \frac{nW_g S_n}{V}. \quad (10)$$

Решением (10) является формула для определения концентрации частиц дыма $n_{\infty T}$, установившаяся в воздухе помещения при длительной работе РЭФ ($t \rightarrow \infty$), с учетом осаждения под силой тяжести, которая имеет вид:

$$n_{\infty T} = \frac{a}{b_T} = \frac{n_1 NV + x}{\eta_\phi Q_\phi + NV + W_g S_n} \quad (11)$$

или

$$n_{\infty T} = \frac{n_1 N + \frac{x}{V}}{\eta_\phi Q_\phi + N + \frac{W_g S_n}{V}}. \quad (12)$$

Формула для расчета предельной степени очистки воздуха помещения от дыма η_{nT} , которая учитывает осаждение частиц дыма под действием силы тяжести при любой начальной концентрации аэрозоля, имеет вид:

$$\eta_{nT} = 1 - \frac{n_1 NV + x}{(\eta_\phi Q_\phi + NV + W_g S_n)n_0} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) - e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (13)$$

Таким образом, в ходе исследований была разработана математическая модель процесса очистки газовой среды в труднодоступных очагах дымообразования в герметизированных сооружениях рециркуляционным электрофильтром с учетом осаждения частиц дыма под действием силы тяжести, а также получены аналитические зависимости для определения эффективности дымоудаления в указанных сооружениях с помощью РЭФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационно-аналитические справки о возникновении чрезвычайных ситуаций в Украине в 2016-2019 гг. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: URL: www.dsns.gov.ua.
2. Левитов В.И., Решитов И.К., Ткаченко В.М. и др. Дымовые электрофильтры. / Под общей ред. В.И. Левитова. – М.: Энергия, 1980. – 448 с.
3. Силенко Р.М., Пономарь В.В., Попов И.И. Исследование путей совершенствования методов и средств борьбы с дымом в очагах пожаров в замкнутых сооружениях. / Проблемы пожарной безопасности – Харьков: УГЗУ, 2008. – Вып. 23. – С.168-174.

ВЛИЯНИЕ ВЗРЫВНОГО ВСКИПАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ НА ИНГИБИРУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ВОДОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ

Халиков Р.В

Дегтярев С.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

Аннотация. Экспериментальным методом установлено, что взрывное вскипание влияет на огнетушащую способность струй температурно-активированной воды с растворенными в ней солями. Сформулированы гипотезы, описывающие данное изменение.

Ключевые слова: температурно-активированная вода, ингибирование горения, взрывное вскипание, объемное пожаротушение.

EFFECT OF EXPLOSIVE BOILING OF TEMPERATURE-ACTIVATED WATER ON THE INHIBITORY ABILITY OF WATER-SOLUBLE SALTS

Khalikov R.V.

Degtyarev S.V., PhD in Chemical Sciences, Associate Professor

Abstract. It was found experimentally that explosive boiling affects the fire-extinguishing ability of jets of temperature-activated water with salts dissolved in it. Hypotheses describing this change are formulated.

Keywords: temperature-activated water, flame inhibition, explosive boiling, volumetric fire extinguishing.

Одним из наиболее эффективных средств объемного пожаротушения являются струи температурно-активированной воды (далее – ТАВ) [1-3]. ТАВ – это водная среда, состоящая из монодисперсной паровой и полидисперсной капельной фазы. Струи ТАВ получаются в результате процесса взрывного вскипания в стволе. Взрывное вскипание – это переход воды из недогретого состояния (вода с температурой $160 - 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлением около 20 атм) в наиболее узком сечении ствола в струю ТАВ.

Основное огнетушащее действие струй ТАВ основано на торможении теплового процесса распространения пламени, однако наибольшую огнетушащую эффективность имеют составы, блокирующие атомы и радикалы, которые участвуют в разветвленно-цепном процессе (далее – РЦП) горения [4]. В работах описана возможность применения водных растворов солей для повышения эффективности объемного пожаротушения струями ТАВ. Для этого было разработано устройство дозирования а также смеситель (рис. 1).



Рисунок 1 – Используемый в экспериментальном исследовании дозатор и смеситель

Дозирование солей производится в недогретую воду, водорастворимый ингибирующий состав и его концентрация выбирается в зависимости от горящего вещества с использованием вероятностной модели горения [5]. На первом этапе была праведна серия экспериментов объемного тушения модельных очагов в замкнутом объеме высокодисперсной водной средой взятой при температуре 20°C с дозированием ингибирующих солей [6]. В результате экспериментального исследования было установлено, что время подавления модельных очагов снижается более чем в 2 раза по сравнению с водной средой без дозирования ингибирующих солей, что свидетельствует о высокой эффективности применяемого способа. Однако, проведенные экспериментальные исследования эффективности дозирования водорастворимых ингибирующих солей в недогретую воду для поверхностного пожаротушения показали незначительное снижение времени тушения по сравнению со струями ТАВ (рис. 2).



Рисунок 2 – Поверхностное тушение модельных очагов струями ТАВ с ингибирующими свойствами

На основании результатов проведенного исследования было выдвинуто две гипотезы, объясняющие подобную незначительную эффективность пожаротушения применяемого ингибирующего состава в струе ТАВ:

1. В результате взрывного вскипания происходит частичный переход ингибирующих солей в паровую фазу. В силу того что тушение очагов проводилось поверхностным способом, ингибирующие соли, содержащиеся в паровой фазе, распределились в окружающей атмосфере, в связи с этим количество ингибирующей соли, доставляемой капельной средой в зону пламенного горения было существенно ниже минимальной гасящей концентрации;

2. Энергетическое воздействие, происходящее при взрывном вскипании привела к разрушению (изменению) кристаллической решетки молекул ингибирующей соли. Поэтому количество ингибирующей соли, сохранившей первоначальную структуру так же не было существенно ниже минимальной гасящей концентрации и не могло существенно повлиять на эффективность тушения.

Таким образом необходимо исследовать каждую из выдвинутых гипотез в отдельности:

- для повреждения или опровержения первой необходимо исследовать параметры тушения модельных очагов в замкнутом объеме струями ТАВ с дозированием ингибирующих составов;

- для верификации или фальсификации второй необходимо провести лабораторно-химическое исследование растворов, полученных в результате взрывного вскипания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роевко В.В. Применение температурно-активированной воды для тушения пожаров турбинных масел на объектах теплоэнергетики. [Электронный ресурс] / В.В. Роевко, А.В. Пряничников, Е.Б. Бондарев // Технологии техносферной безопасности. – 2015. – №4 (62). – С. 84-93. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25846407> (дата обращения 01.12.2020)

2. Роечко В.В. Тушение пламени в протяженных замкнутых сооружениях энергообъектов. [Электронный ресурс] / В.В. Роечко, А.Д. Ищенко, С.М. Краснов, С.П. Храпцов, А.И. Соковнин // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2016. – № 3. – С. 44-49. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27114551> (дата обращения 01.12.2020)
3. Роечко В.В. Тушение маслoнаполненных кабелей в зигзагообразном коллекторе. [Электронный ресурс] / В.В. Роечко, А.Д. Ищенко, С.М. Краснов, С.П. Храпцов, А.И. Соковнин // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2016. – № 4. – С. 38-42. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27524542> (дата обращения 01.12.2020)
4. Azatyan, V.V. Suppression of Detonations by Efficient Inhibitors. Gaseous and Heterogeneous Detonations / V.V. Azatyan, G.G. Wagner, G.K. Vedeshkin. – M.: ENAS Publishers, 1999. – P. 331– 336.
5. Патент на программу для ЭВМ № 2020666295 Программное средство для расчета вероятности разветвленно-цепного процесса горения углеводородов [Текст] / Р.В. Халиков – № 2020666295; заявл. 25.11.2020; опубл.: 08.12.2020.
6. Халиков Р.В. Ингибирование горения в замкнутых пространствах газокompрессорных станций [Текст] / Р.В. Халиков // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2020. – № 4. – С. 38-42.

УДК 61.614:004.942

МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ SOLIDWORKS/FLOWWORKS ПРОЦЕССА НАГРЕВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ОГРАНИЧЕННОМ ВОЗДУХООБМЕНЕ

Чубаров Д.С.

О.В. Блинов, кандидат технических наук, доцент,
В.А. Годлевский, доктор технических наук, профессор,
Ю.Н. Моисеев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Показаны принципиальные возможности численного моделирования тепловой динамики замкнутого помещения с внутренним источником тепла на базе пакета прикладных программ SolidWorks/FlowWorks.

Ключевые слова: развитие пожара, закрытое помещение, источник тепла, компьютерное моделирование

Abstract. The basic possibilities of thermal dynamics numerical modelling inside the closed location with an internal source of heat on the basis of software product SolidWorks/FlowWorks are shown.

Keywords: fire development, closed room, heat source, computer modelling.

В последние годы наметился переход к гибкому объектно-ориентированному подходу к моделированию газодинамики помещений при пожаре, которое позволяет обеспечить пожарную безопасность объекта с учетом его индивидуальных особенностей, в отличие от существовавшего прежде "жесткого" нормирования [1, 2]. К настоящему времени широко развиты аналитические методы в пожарной газодинамике [3, 4], но все более распространенными становятся численные методы [5], которые успешно могут быть

реализованы в пакете имитационного моделирования SolidWorks [6], а для газодинамических задач особо применима программная среда FloWorks [7].

Выполним демонстрацию некоторых возможностей программного модуля Floworks в решении простейших тепловых задач. В качестве примера рассмотрим задачу определения нагрева воздушной среды в замкнутом пространстве, где затруднен воздухообмен. Виртуальная установка состоит из подложки, нагревательного элемента и «колбы», посредством которой вокруг нагревательного элемента создается замкнутое пространство. Моделирование установки производится в программном модуле Solid Works. Сборка опытной виртуальной установки представлена на рис. 1. Начальные условия: 1) Тип текучей среды – воздух; 2) Материал стенок – алюминий; 3) Температуру окружающей среды 20°C ; 4) Давление = 101325 Pa ; 5) Мощность нагревательного элемента 1000 Вт ;

Для того, чтобы было удобно наблюдать результаты расчета в Goals, выберем – Surface Goals, где указывают верхнюю грань нагревателя и выберем: temperature of solid, average value (рис. 2), а также укажем еще одну цель (Goals) расчета – точку в пространстве, расположенную над нагревательным элементом. Для этого в Goals выберем Point Goals, в окне Selection укажем созданную нами точку (посредством вспомогательной геометрии), а в окне параметр выберем temperature of Fluid. В окне Wall conditions установим параметр Default outer wall thermal condition как Heat Transfer Coefficient, при этом коэффициент теплоотдачи установим $0.7\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$, а температуру окружающей среды — $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 3).

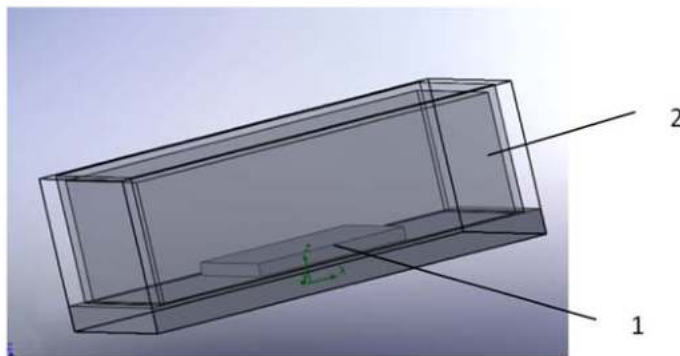


Рис. 1. Сборка опытно-виртуальной установки: 1 — нагревательный элемент, 2 — оболочка

В процессе расчета можно посмотреть текущие результаты. Для этого необходимо в меню диалогового окна Solver нажать на кнопку с изображением графика (Insert Goals Plot) и в появившемся окне выбрать цели Goals. После этого нажать кнопку Insert Preview, расположенную рядом и в диалоговом окне выбрать необходимый параметр.

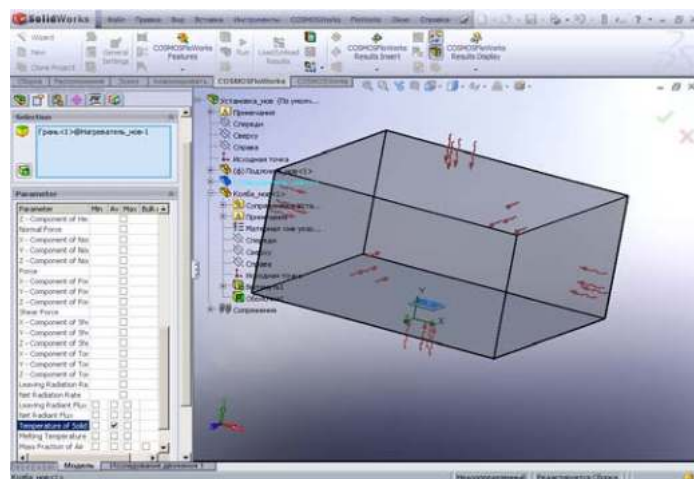


Рис. 2. Задание целей проекта

Таким образом, нами посредством программ SolidWorks и Floworks была разработана виртуальная модель замкнутого помещения с источником тепла, и проведен анализ тепловых процессов внутри замкнутого помещения при заданных внешних условиях. В результате исследований нами была найдена допустимая мощность нагревательного элемента, обеспечивающая необходимую температуру, при заданных внешних условиях. Разобранный нами пример показывает принципиальные возможности программы Floworks в моделировании тепловых процессов при развитии пожара в помещении. Дальнейшее освоение программных модулей системы Cosmos и Floworks дает широкие возможности для решения разнообразных инженерных задач пожарной безопасности.

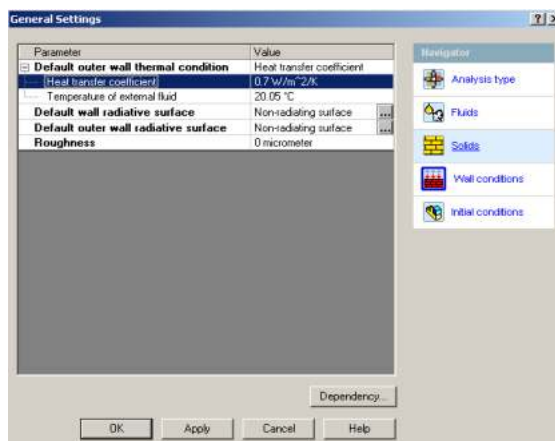


Рис. 3. Окно задания условий на стенках

Чтобы получить истинный температурный график, необходимо откорректировать диапазон температурной шкалы. Результат представлен на рис. 4.

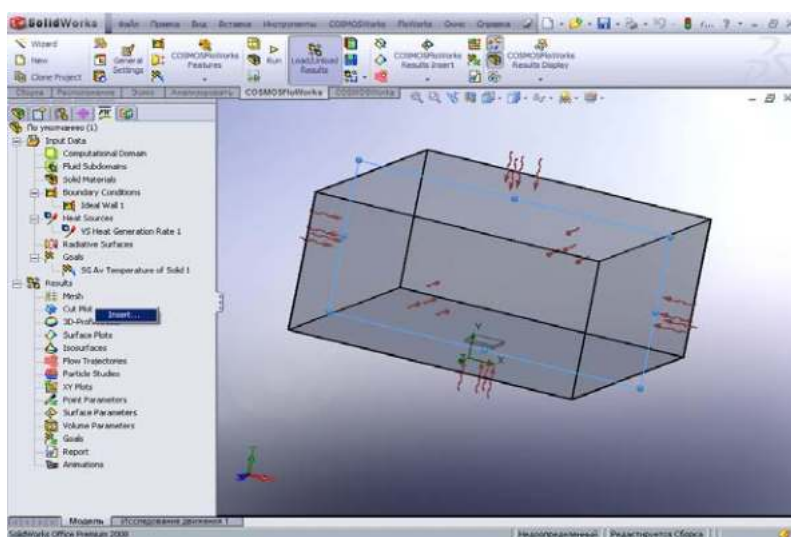


Рис. 4. Создание гистограммы распределения температуры

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.004-91* Пожарная безопасность. Общие требования.
2. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений.
3. Пузач С.В. Пузач В.Г. Математическое моделирование тепломассообмена при пожаре в помещении со сложной геометрией // http://www.itmo.by/ru/conferences/mif_5/abstract/2-41.pdf
4. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях. Методические рекомендации. ФГОУ НИИПО // <http://www.pozharnyj-expert.ru/rekomendatsii/primenenie-polevogo-metoda-matematicheskogo-modelirovaniya-pozharov-v-pomeshenijah>

5. Алямовский, А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин – БВХ-Петербург, 2005-800 с.: ил.
6. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство / В.П. Прохоренко. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2004 г. -448с.: ил.
7. Ушаков В. Анализ обтекания тел с отрывом потока в системе SolidWorks/WloWorks // <http://www.cadcamcae.lv/hot/obtekanie.pdf>

УДК 614.8.084

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Чуйкина Д.Р., Дойлидова А.В., Балобанов А.А.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В статье обоснована целесообразность создания межведомственной системы управления комплексной безопасностью транспортной системы Арктической зоны Российской Федерации для повышения уровня защищенности населения и территорий Арктики за счет создания эффективной системы мониторинга и разработки на этой основе действенных комплексов мероприятий по вопросам предупреждения и снижения последствий ЧС.

Ключевые слова: управление, комплексная безопасность, транспортная система, Арктическая зона, аварийно-спасательные центры МЧС России.

INTEGRATED SAFETY AND SECURITY IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Chuikina D.R., Doylidova A.V., Balobanov A.A.

Abstract. Explains reasoning for Interdepartmental Management System creation that would be in charge of integrated safety of Arctic Zone transport system of Russian Federation to arctic territory and increase security level due to effective monitoring system creation and engineering an actionable measures complex concerning emergencies consequences risk reduction and prevention.

Keywords: management, complex security, transport system, Arctic zone, complex rescue centers of EMERCOM of Russia

Развитие Арктического региона осуществляется в условиях динамичного геостратегического переустройства мира. Все более острыми становятся вопросы наращивания Российского присутствия в Арктической зоне, ведения там хозяйственной деятельности, добычи полезных ископаемых и биоресурсов, регулярного судоходства в арктическом бассейне.

Приоритетом в политике по обеспечению национальной безопасности Российской Федерации (далее – РФ), является создание комплексной системы безопасности в Арктике.

На территории Арктического региона в условиях военной напряженности активизировалась деятельность основных геополитических игроков, что выводит на первое место вопросы обеспечения безопасности. Россия неоднократно заявляла о своих правах на сектор Северного Ледовитого океана, в границах от Северного Полюса до Норвегии и Берингова пролива. Именно поэтому Северный морской путь (далее - СМП) рассматривается в качестве инструмента сохранения территориальной целостности РФ и обеспечения единства экономического пространства.

В связи с наличием рисков возникновения природных и техногенных чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) в этом регионе требуют обеспечения безусловного присутствия и работы там сил и средств Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) России.

Глобальное потепление в арктическом бассейне и приарктических районах существенно изменяет климатическую обстановку. Глобальное потепление приведет к отступлению к более высоким широтам кромки дрейфующих льдов, что поспособствует развитию судоходства, рыболовства в районе СМП, добыче полезных ископаемых на шельфе и др. Значимость северных рек как транспортных артерий значительно возрастет. Отступление зоны вечной мерзлоты приведет к сдвигу в более высокие широты границ арктических пустынь, тундры, лесотундры, исчезновению ледников и заболачиванию территорий.

Возрастут транспортные и промышленные риски на освоенных территориях (рис. 1). Значительным рискам подвергнется инфраструктура населенных пунктов. Возрастет угроза целостности зданий и сооружений.

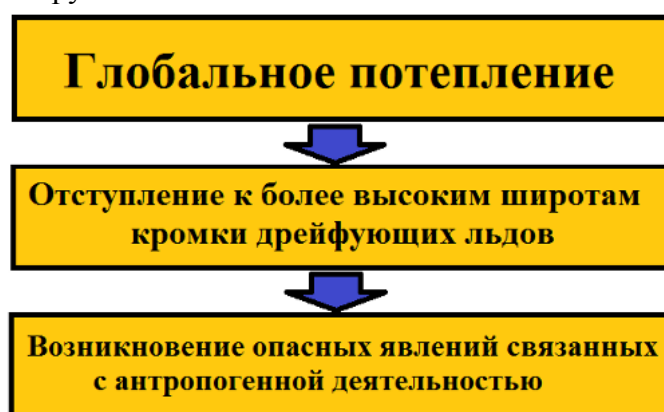


Рис. 1 - Прогнозируемые риски в Арктике

Целью создания системы комплексной безопасности, защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера в Арктической зоне РФ является повышение уровня защищенности населения и территорий Арктики за счет создания эффективной системы прогнозирования и разработки на этой основе действенных комплексов мероприятий по вопросам предупреждения и снижения последствий ЧС [1].

В соответствии с этим реализация «концепции создания оптимального уровня готовности сил и средств» должна стать основой обеспечения «адекватного ответа на угрозы ЧС». Сегодня это и есть стратегический приоритет развития системы комплексной безопасности в Арктической зоне.

В настоящее время защита населения и территорий, критически важных и потенциально опасных объектов (в первую очередь – транспортной инфраструктуры) в Арктической зоне РФ от ЧС природного и техногенного характера представляет собой систему, которая включает: силы и средства МЧС РФ, федеральных органов исполнительной власти, в том числе территориальных органов МЧС РФ, расположенных в Арктической зоне.

Совершенствование управления системой комплексной безопасности в целях защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера в Арктической зоне Российской Федерации осуществляться за счет создания 10 Арктических комплексных аварийно-спасательных центров МЧС России. В целях подготовки спасателей для работы в суровых условиях Арктики, в 2014 году к Арктическим центрам добавился Арктический спасательный учебно-научный центр «Вытегра», расположенный в Вологодской области.

Спасательные операции в Арктике в ледовых условиях в основном обеспечиваются с помощью ледоколов, морские спасательно-координационные центры взаимодействуют с ФГУП «Атомфлот» Росатома. Также большая часть поисково-спасательных операций

в Арктике не обходится без применения воздушных судов. Авиация при проведении поисково-спасательных операций в Арктике является наиболее эффективным средством.

Взаимодействие функциональных подсистем в рамках общей системы комплексной безопасности в Арктике сегодня значительно затруднено, что связано с несовершенством системы законодательства, которое не отвечает современным требованиям. Систематизированного законодательства в данной области пока нет, отсутствует единый акт, регулирующий вопросы, связанные с деятельностью в российском Арктическом регионе, поэтому необходимо принятие Федерального закона «Об Арктической зоне РФ», в котором будет учтена возможность и определенные механизмы межведомственного взаимодействия.

Необходимо четкое увязывание существующих многочисленных нормативных актов между собой, востребована «инвентаризация» разноуровневых нормативных актов и межведомственных соглашений, посвященных Арктике. Нужен системный подход в проработке правового статуса Арктики, унификация соответствующих терминов и понятий. Создание системы межведомственного взаимодействия в Арктике предполагает совершенствование системы сбора, обработки и представления оперативной информации о ЧС [2].

В рамках системы освещения обстановки в Арктике Минобороны РФ совместно МЧС РФ и другими заинтересованными федеральными органами исполнительной власти проводится работа по созданию и поддержанию единого информационного пространства системы управления в Арктической зоне РФ в целях интеграции ресурсов и повышения уровня безопасности и безопасности жизнедеятельности в этом регионе (рис. 3).

С целью реализации Концепции комплексной безопасности в Арктике необходимо проведение научных исследований в рамках НИОКР, направленных на разработку новых образцов техники, анализ действующего законодательства в области обеспечения комплексной безопасности:

- разработка, адаптация, отработка авиационных технологий, методов доставки;
- разработка одежды, обуви;
- испытание, отработка, внедрение новых связных технологий во всех диапазонах на специальные антенные системы;
- разработка, испытание и внедрение экономичных, нетрадиционных источников тепла и энергии;
- отработка, испытание, внедрение технологий позиционирования: ГЛОНАС, GPS, астрономических

В целом, в настоящее время разработан широкий спектр современных образцов пожарно-спасательной техники, оборудования и экипировки, обеспечивающей успешное выполнение подразделениями МЧС России задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне.

Управление комплексной безопасностью транспортной системы Арктической зоны Российской Федерации является одним из важнейших условий обеспечения защиты национальных интересов России в Арктике, значимой составляющей системы национальной безопасности страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонов В.С., Мусиенко Т.В. Геополитика Арктики: система управления рисками безопасности жизнедеятельности // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2016. № 2-2 (14). С. 72-78
2. Малыгин И.Г., Смирнов А.С., Стариченков А.Л., Стариченкова Е.М. Управление безопасностью водных транспортных средств при ЧС // Монография. – СПб.: СПб УГПС МЧС России. 2013. 184 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ РЕМОНТЕ РАДИАТОРОВ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Шумнов Г.С.

Иванов В.Е., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В работе рассматривается вопрос, посвященный разработке новых способов ремонта радиаторов пожарных автомобилей. Одним из них является применение клеевых составов с целью проведения экспресс ремонта радиаторов без применения специализированного оборудования.

Ключевые слова: клей, ремонт, радиатор, пожарный автомобиль, восстановление, работоспособность.

APPLICATION OF INNOVATIVE METHODS IN THE REPAIR OF RADIATORS OF FIRE TRUCKS

Shumnov G.S.

Ivanov V.E., PhD in Technical Sciences

IFRA of SFS of EMERCOM of Russia

Abstract. The paper deals with the development of new ways to repair the radiators of fire trucks. One of them is the use of adhesive compounds for the purpose of rapid repair of radiators without the use of specialized equipment.

Keywords: glue, repair, radiator, fire truck, recovery, efficiency.

Основной задачей пожарного автомобиля является: доставка личного состава, доставка огнетушащих веществ с возможностью подачи ствола первой помощи в короткие сроки, а также организация бесперебойной подачи воды на пожаре. Выполняя основную задачу в наших реалиях, личный состав зачастую сталкивается с рядом проблем, выявляемых в ходе эксплуатации пожарного автомобиля. Техника времен СССР осталась нести боевые дежурства до наших дней, большая часть - требует ремонта. Новая техника не выдерживает нагрузок, дают сбой отдельные узлы, что может привести к полной остановке работ по тушению пожара. При следовании к месту пожара как в сельской местности, так и в городе, пожарный автомобиль неизбежно получает повреждения от вылетающих из-под колес других автомобилей камней или от веток деревьев или кустарников на узкой дороге. Данные внешние воздействия на автомобиль приводят к поломке радиаторов, фар, габаритных огней и др. Из-за специфичного рельефа местности, вызванного повторяющимися подъемами и спусками на возвышенность техника, испытывает неимоверную нагрузку на связующие элементы в трансмиссии, двигателе, системах охлаждения. Поэтому необходимо разработать способ экспресс ремонта радиатора для скорейшего приведения в боевую готовность пожарного автомобиля.

В процессе эксплуатации пожарных автомобилей нарушается герметичность сердцевины радиатора не только от механических повреждения, но и от коррозии. На основании аналитических исследований выявлено, что восстановления работоспособности радиаторов требуют до 18 % техники в зависимости от пробега. Одним из основных способов приведения в работоспособное состояние пожарного автомобиля при повреждении радиаторов является замена данного узла. Другим широко известным методом является

пайка. Такой способ требует наличие высококвалифицированного персонала и специального оборудования. При данном виде ремонта либо заглушают отдельные трубки, либо запаивают место течи. Основным недостатком ремонта радиатора с применением пайки является то, что его можно использовать только в том случае, если точно определено место течи, и оно доступно для пайки. Заглушать трубки возможно только у разборных радиаторов.

Одним из не менее распространенных способов заделки небольших отверстий в трубках радиатора является применение специальных материалов, которые добавляют непосредственно в охлаждающую жидкость. Как правило данный способ позволяет лишь временно восстановить работоспособность машин. Также средства, добавляемые в охлаждающую жидкость, могут закупорить трубки радиатора. Поэтому необходимо рассмотреть другие способы или материалы, которые можно применять в пожарно-спасательных подразделениях без привлечения высококвалифицированных специалистов и дорого оборудования.

Технологии ремонта, основанные на использовании клеевых составов, позволяют не только заменить сварку, наплавку, но и восстанавливать работоспособность техники и пожарного оборудования, восстановление которых общепринятыми способами невозможно или опасно согласно требованиям охраны труда. Применение клеевых составов позволяет восстанавливать радиаторы охлаждения без применения специального оборудования, непосредственно в подразделениях на пунктах ТО, водительским составом. Широкий ассортимент клеевых составов усложняет выбор качественного материала, в связи с этим, были проведены исследования по определению прочностных характеристик клеевых составов. Для проведения эксперимента были выбраны следующие клеевые составы: эпоксидный клей «Сила притяжения» (Россия), холодная сварка «РОХИРОЛ» (Россия), эпоксидный клей «МОМЕНТ» (Россия), эпоксидный клей «DoneDeal» (США), эпоксидный клей «Permatex Steel Weld» (США).

Испытание клеевых составов на прочность при сдвиге проводились согласно ГОСТ 14759-69 «Клеи. Метод определения прочности при сдвиге (с Изменениями № 1, 2, 3)». Для получения образцов клеевых соединений были использованы алюминиевые пластины шириной 20 мм, длиной 200 мм и толщиной 2 мм (рисунок 1). Для увеличения адгезии между клеевыми составами и пластинами поверхности последних были ошлифованы наждачной бумагой с абразивом средней зернистости. Перед нанесением клеевого состава проводилось обезжиривание поверхности ацетоном.

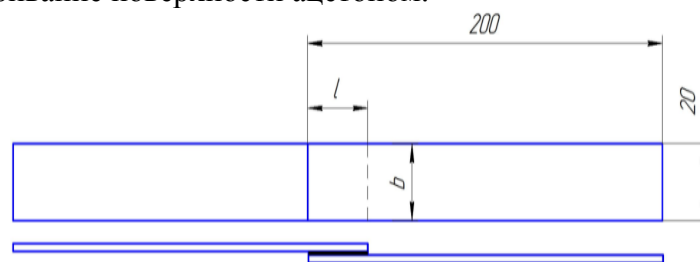


Рисунок 1 – Форма и размеры пластин

Подготовка клеевых составов к применению проводилась в четком соответствии с инструкцией к каждому средству. После склеивания место соединения помещалось под десятикилограммовый груз, где выдерживалось в течение следующих 24 часов при температуре окружающей среды 18-23 °С. Далее проводились испытания на разрывной машине Р-5. Исследования проводились с алюминиевыми пластинами и стальными при температуре 18-23 °С, а также при предварительном их нагреве до 100-110 °С с целью приближения работы клеевого соединения к реальным условиям.

На рисунке 2 представлена диаграмма с результатами эксперимента со стальными и алюминиевыми образцами. При подготовке данной диаграммы использовались все данные по проведенным исследованиям. Как видно из диаграммы клеи марки «Сила притяжения» и «Done Deal» занимают лидирующие позиции с результатом усредненного разрушающего напряжения 3,7 МПа и 3,4 МПа соответственно.

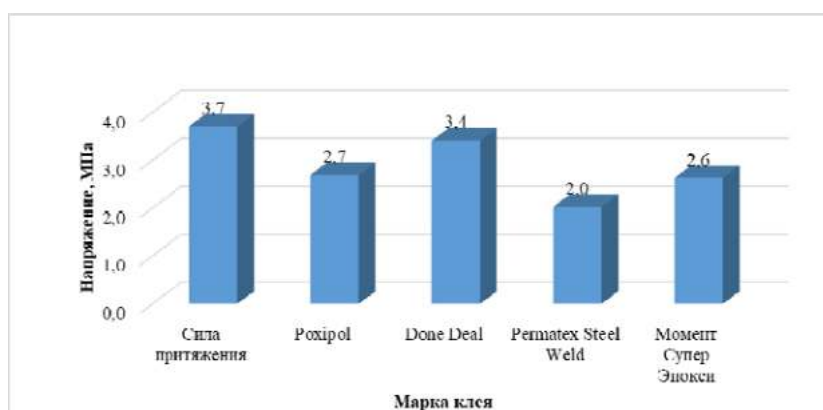


Рисунок 2 – Результаты эксперимента с алюминиевыми и стальными образцами

Проведенные экспериментальные исследования позволили определить наиболее эффективные марки клеевых составов, которые могут быть использованы при ремонте сердцевин радиаторов пожарных автомобилей и рекомендованы к применению в пожарно-спасательных подразделениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шумнов Г.С. Восстановление деталей пожарных автомобилей клеевыми составами / Г.С. Шумнов, А.А. Щукин, А.А. Скачко, В.Е. Иванов // В сборнике: Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2018. С. 278-279.
2. Гаджаев Н.Н. Восстановление работоспособности системы охлаждения пожарного автомобиля формообразующими клеевыми составами / Н.Н. Гаджаев, А.А. Скачко, В.Е. Иванов // В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность. сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. Иваново, 2018. С. 335-336.

УДК 614.843

ОБОСНОВАНИЕ И ИСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ОЧАГОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В СИЛОСАХ

Якушко А.М.

Дубинин Д.П., кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Установлено, что перспективным путем ликвидации очага термической активности растительного сырья являются активные способы воздействия на него непосредственно в силосе элеватора путем флегматизации инертными газами.

Ключевые слова: флегматизация, растительное сырье, пожар, ликвидация

JUSTIFICATION AND STUDY OF TECHNICAL MEANS FOR ELIMINATION OF FOCALS OF THERMAL ACTIVITY OF VEGETABLE RAW MATERIALS IN SILOS

Yakushko A.M.

Dubin D.P., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. It has been established that a promising way to eliminate the focus of thermal activity of plant raw materials are active methods of influencing it directly in the silo of the elevator by phlegmatization with inert gases.

Keywords: phlegmatization, vegetable raw materials, fire, liquidation.

Перспективным путем ликвидации очага термической активности растительного сырья (далее – РС) являются активные способы воздействия на него непосредственно в силосе элеватора. Это позволит ликвидировать процесс с минимальными затратами и потерями. Однако при реализации активных способов воздействия существуют, по меньшей мере, три осложняющих фактора. Во-первых, необходимо иметь надежную информацию о месте расположения, конфигурации, размерах и состоянии разогреваемой массы РС. Во-вторых, как правило, отсутствует доступ к очагу нагрева, находящегося в толще РС. И, наконец, отсутствуют средства доставки охлаждающего или дезинфицирующего состава в окрестность очага [1–3].

Указанные трудности могут быть преодолены с помощью динамической системы, принцип действия которой основан на последовательном превращении одного вида энергии в другой. На разгонном участке потенциальная энергия рабочего тела (например, газа под давлением) трансформируется в кинетическую энергию быстролетящего тела, которое при встрече с массивом РС совершает технологическую работу, внедряясь в него. В данном случае представляется рациональным использовать телескопическую конструкцию динамического привода (рис. 1).

При таком конструктивном исполнении максимально разрешается противоречие компактности устройства в исходном положении и дальности «выстрела» (длины устройства в выдвинутом положении).

Оснащенное в головной части термодатчиком устройство позволяет вести контроль температуры по линии внедрения при его возврате в исходное положение, а будучи подключенным в хвостовой части к источнику, например, охлаждающей среды, привод является магистралью для ее подачи в массив РС.

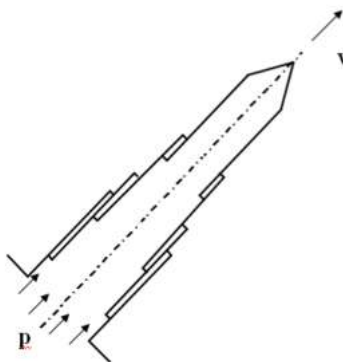


Рисунок 1 – Схема телескопического динамического привода

На движущийся трубчатый элемент привода действует сила давления рабочего тела P , сила сопротивления Q , и сила тяжести G (рис. 2).

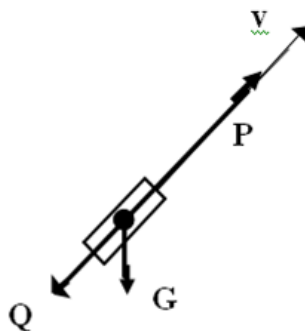


Рисунок 2 – Схема сил, действующих на движущийся элемент

Результирующая этих сил и будет определять движение каждого элемента в отдельности и системы в целом согласно уравнению:

$$m_i \cdot \ddot{x}_i = \sum_j F_j \quad (1)$$

с начальными условиями

$$x_i|_{t=0} = 0, \quad v_i|_{t=0} = \dot{x}_i|_{t=0} = 0.$$

где m_i – масса i -того элемента; x_i , $\dot{x}_i$ – соответственно перемещения, скорость и ускорение i -того элемента; $\sum_j F_j$ – результирующая всех сил, действующих на i -ый элемент.

Движение элементов системы можно разделить на два этапа: движение системы до встречи с массивом РС (свободное движение) и внедрение элементов системы в массив. Операции по тушению пожара в силосе включают в себя: герметизацию силоса, флегматизацию горючей газовой смеси, а также тушение горящего материала снизу вверх с последующей его разгрузкой и дотушиванием в подсилосном пространстве. Ликвидацию горения пожара в силосах и бункерах можно осуществлять одним из следующих способов: подачей в объем силоса жидкого диоксида углерода, азота, перегретого пара, водных растворов пенообразователей и комбинированным. Ликвидацию горения жидким диоксидом углерода проводят тогда, когда температура в очаге горения превышает 250 °С. Подача его может осуществляться от цистерн со сжиженным газом или от автомобиля аэрозольного тушения с помощью пневмопробойника. Для этой цели пневмопробойник поднимают в надсилосное помещение элеватора и крепят с помощью ручной лебедки [4].

Устанавливают пневмопробойник строго в вертикальное положение и включают его в работу. Расход жидкого диоксида составляет 1,4–1,7 кг/м³ продуктов. Во избежание образования «сухого льда» подача жидкого диоксида углерода чередуется с подачей газообразного СО₂. Жидкий диоксид углерода подают в нижнюю зону силоса через технологические лючкиотверстия в разгрузочном бункере горящего силоса. Ликвидация горения силосов перегретым паром проводят тогда, когда температура в очаге горения превышает 250 °С, а при более высоких температурах подают инертные или топочные газы, расход которых составляет 0,02–0,05 кг/с. Газы подают до тех пор пока концентрация кислорода в объеме силоса не снизится до концентрации не поддерживающей горения [4].

При ликвидации горения одним из перечисленных способов для устранения возможности образования взрывоопасных горючих смесей газов в силосах, необходимо в каждом случае свободный верхний объем горящего силоса и соседних с горящим силосов заполнять воздушно-механической пеной средней кратности, постоянно поддерживая слой пены не менее 1,2 м. Подача огнетушащих веществ прекращается только тогда, когда температура во всех точках объема горящего силоса снизится до 60 °С и в составе продуктов сгорания не будет обнаружено горючих газов. Заключение об отсутствии в объемах силосов вредных и взрывоопасных смесей газов выдает руководитель данного предприятия. Влажный продукт из горевшего и соседнего силосов должен быть выгружен в течение 24 часов с начала подачи огнетушащих веществ по письменному разрешению руководителя предприятия. Нахождение продуктов горения в силосах больше 24 часов приводит к брожению продукта и выделению водорода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Довідник керівника гасіння пожежі: наукове виробниче видання / за заг. ред. В.С. Кропивницького. Київ. 2016. 320 с.
2. НАПБ 07.026-2010 Рекомендації щодо забезпечення пожежної безпеки при транспортуванні та зберіганні насіння олійних культур. – Київ: УкрНДПБ МНС України, 2010. – 63 с.
3. Статут дій органів управління та підрозділів ОРС ЦЗ під час гасіння пожеж. Наказ МНС України № 340 від 26.04.2018 р.
4. В.В. Терехнев Пожарная тактика: Основы тушения пожаров: учеб. пособие / В.В. Терехнев, А.В. Подгрушный. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с.

Секция 3

ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

UDC 697.4:621.577

REGULATION OF NUCLEAR AND RADIOLOGICAL ACTIVITIES IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Bayramlı N.N.

The Academy of the Ministry of Emergency Situations Azerbaijan

Abstract. Regulation of radiological activity in the Republic of Azerbaijan is regulated by the Law on Radiation of the Population. In Chapter III of the Law, state management and control in the field of radiation safety is carried out by the State Agency for Regulation of Nuclear and Radiological Activities. This body participates in ensuring the nuclear and radiation safety of the population and territories, in the development of state policy in the field of regulation of nuclear and radiological activities, ensures the implementation of this policy and carries out state control in this area.

Keyword: Dose, nuclear and radiological activities, safety, regulation, radiation, instructions, law, requirements, principle.

Introduction. Relevant legislative framework and state infrastructure for ensuring and controlling radiation safety have been established in the Republic of Azerbaijan. Radiological activities in our country are regulated by the Law of the Republic of Azerbaijan “On radiation safety of the population” No. 423-IQ dated December 30, 1997 and other normative-legal acts. This Law, which is the main legislative document in ensuring nuclear and radiation safety, defines the legal basis for accident-free operation in the field of use of ionizing radiation sources, protection of the population from radiation hazards and protection of health.

The division of powers established by the Decree of the President of the Republic of Azerbaijan No. 758 of August 19, 1998 on the application of the Law of the Republic of Azerbaijan “On radiation safety of the population” was carried out between state bodies.

Principles of law. The law is based on the following 3 main principles in ensuring radiation safety: the principle of normalization, the principle of justification and the principle of optimization.

1. The principle of normalization - the amount of individual doses received by the population from all sources of ionizing radiation should not exceed the permissible dose;

2. The principle of justification - the prohibition of all activities related to the use of ionizing radiation sources, provided that the benefits to man and society do not exceed the risk of harm caused by radiation doses added to the background of natural radiation;

3. The principle of optimization - keeping the individual radiation dose and the number of people exposed to radiation as low as possible, taking into account economic and social factors when using ionizing radiation sources.

Requirements of the law. Article 14 of the Law defines the requirements for ensuring radiation safety when working with sources of ionizing radiation. Enterprises and organizations operating in connection with the use of ionizing radiation sources must meet the following requirements:

- compliance with the requirements, norms, rules, regulations and instructions set forth in this Law and other normative legal acts related to ensuring radiation safety;

- planning and implementation of measures to ensure radiation safety;
- Carrying out substantiation work in terms of radiation safety for human health on new (modernized) production, technological process, products, materials and substances that are considered sources of ionizing radiation;
- Carrying out regular production control on radiological conditions in the territory of the enterprise and organization, in rooms and workplaces, as well as on ensuring radiation safety on radioactive waste;
- control and accounting of individual radiation doses of employees;
- attestation of production control service specialists, executors, other persons working with permanent or temporary ionizing radiation sources;
- initial (recruitment) and periodic (regular) medical examinations of employees;
- Regularly inform employees about the level of ionizing radiation they are exposed to in the workplace and the individual radiation doses they receive;
- Timely informing the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Azerbaijan about accident conditions and violations of technological regulations that pose a threat to radiation safety;
- Implementation of decisions and orders of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Azerbaijan, relevant instructions of their authorized representatives;
- ensuring the implementation of the rights of the population in the field of radiation safety;
- Familiarize employees working with ionizing radiation sources with the rules of radiation safety from time to time.

Regulatory body. The State Agency for Regulation of Nuclear and Radiological Activities of the Ministry of Emergency Situations was established by the Decree of the President of the Republic of Azerbaijan No. 746 dated April 24, 2008 in order to regulate the relations in the field of nuclear and radiological safety in our country. The Statute of the Agency was approved by Decree No. 74 of The State Agency is an executive body involved in ensuring the nuclear and radiation safety of the population and territories, in the development of state policy in the field of regulation of nuclear and radiological activities, ensuring the implementation of this policy and exercising state control in this area. The State Agency for Regulation of Nuclear and Radiological Activities has 8 departments and 9 sectors under these departments.

Chapter III of the Law reflects the principles of public administration and control in the field of radiation safety. The State Agency for Regulation of Nuclear and Radiological Activities of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Azerbaijan carries out state management and control in the field of ensuring radiation safety.

The activities of the State Agency for Regulation of Nuclear and Radiological Activities are as follows:

- Participates in the development of a unified state policy and regulation in the field of nuclear and radiological activities within its competence and ensures the implementation of this policy;
- determines the mechanism for regulating the safety of nuclear and radiological activities;
- oversees the implementation and safety of nuclear and radiological activities;
- take appropriate measures in accordance with the legislation against violations detected in the field of nuclear and radiation safety;
- monitors compliance with norms and regulations in the field of nuclear and radiation safety;
- operates in other areas defined by law.

In accordance with its regulations, the State Agency for Regulation of Nuclear and Radiological Activities performs the following main functions:

- Participate in the development of legislation (laws, rules, regulations, etc.) governing nuclear and radiological safety;
- Licensing of nuclear and radiological activities;
- Carrying out control and inspection activities in organizations engaged in nuclear and radiological activities;

- Imposition of sanctions for violation of the requirements of the legislation on nuclear and radiation safety;
- Expert assessment of nuclear and radiation safety;
- Maintaining a register of ionizing radiation sources and facilities using them;
- Accident preparedness coordination.

The State Agency for Regulation of Nuclear and Radiological Activities is an executive body involved in ensuring nuclear and radiation safety of the population and territories, developing state policy in the field of regulation of nuclear and radiological activities, ensuring the implementation of this policy and exercising state control in this area. Participates in the development of policy, regulation and ensures the implementation of this policy.

Supervises the implementation of nuclear and radiological activities and ensuring their safety, as well as takes appropriate measures against violations in the field of safety in the manner prescribed by law. It also operates in other areas defined by law.

This body implements measures to ensure radiation safety in enterprises and organizations operating in connection with the use of ionizing radiation sources, as well as in areas where radiation control is carried out, and evaluates their effectiveness.

The State Agency for Regulation of Nuclear and Radiological Activities carries out measures to ensure radiation safety in enterprises and organizations operating in connection with the use of ionizing radiation sources, as well as in areas under radiation control, and evaluates their effectiveness.

Conclusion. In accordance with the relevant law of the Republic of Azerbaijan, the State Agency for Regulation of Nuclear and Radiological Activities monitors the regulation of radiological activities in the country, conducts regular monitoring at facilities, and takes measures in accordance with the law in case of violations.

REFERENCES

1. Law "On Radiation Safety of the Population".
2. Hüseynov V.I., Main goals and principles of nuclear and radiation safety, Materials of the international scientific-practical conference "Emergencies and safe life" dedicated to the 10th anniversary of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Azerbaijan (Baku, December 10, 2015), ss 71-73, Baku-2016.
3. Production Control Program for ensuring radiation safety.
4. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards.
5. Fundamental Safety Principles, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, IAEA, Vienna 2006.
6. <https://www.fhn.gov.az/?aze/menu/65/187>.
7. <https://www.iaea.org/resources/safety-standards/search>.

**ПОДХОД ПО ФОРМИРОВАНИЮ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ, НЕОБХОДИМЫХ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ РЕШЕНИЯ НА ПРОВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ
РАБОТ И ДРУГИХ НЕОТЛОЖНЫХ РАБОТ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ
ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ**

Бордак С.С.

Субботин М.Н., кандидат военных наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Излагается подход по формированию исходных данных, необходимых для прогнозирования возможной обстановки, которая может сложиться при применении средств поражения, предлагается проводить анализ с использованием функций распределения случайных величин. Представлены результаты, полученные в ходе вычислительного эксперимента, даны практические рекомендации по их применению. Охарактеризованы возможные направления дальнейших исследований в рассматриваемой области.

Ключевые слова: гражданская оборона, планирование мероприятий гражданской обороны, средства поражения, заблаговременная подготовка, закон распределения случайной величины.

**AN APPROACH TO FORMATION OF THE INITIAL DATA NECESSARY FOR
PREPARING THE DECISION TO CARRY OUT EMERGENCY RESCUE WORKS AND
OTHER EMERGENCY WORKS AT THE STAGE OF ADVANCED TRAINING OF THE
CIVIL DEFENSE**

Bordak S.S.

Subbotin M.N., PhD in Military Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. An approach is presented for the formation of the initial data necessary to predict the possible situation that may arise when using means of destruction, it is proposed to carry out an analysis using the distribution functions of random variables. The results obtained in the course of the computational experiment are presented, and practical recommendations for their application are given. Possible directions of further research in this area are characterized.

Keywords: civil defense, planning of civil defense measures, means of destruction, advance preparation of civil defense, law of random value distribution.

Проведенный анализ места и роли гражданской обороны (ГО) в обеспечении обороноспособности государства, позволяет сделать вывод, что планируемые мероприятия ГО направлены, прежде всего, на сохранение жизни и здоровья населения государства, а также на обеспечение устойчивого функционирования его экономики. С одной стороны, это достигается реализацией комплекса объемно-планировочных, конструктивных, технологических и других решений при архитектурной, градостроительной и строительной деятельности, за счет которых создаются условия, минимизирующие деструктивное воздействие средств поражения и упреждающие образование вторичных поражающих факторов. С другой стороны, за счет оперативного проведения органами управления и силами ГО комплекса аварийно-спасательных и других неотложных работ

(АСДНР). Организация и проведение АСДНР по ликвидации последствий применения противником средств поражения является одной из самых объемных и трудоемких задач гражданской обороны. В составе сил ГО наиболее многочисленной составляющей являются гражданские формирования гражданской обороны. На уровне района (города) эти формирования являются основной частью сил ГО, которые выполняют наибольший объем задач по проведению АСДНР, при этом порядок определения их потребности не в полной мере урегулирован.

Особенностью принятия решения начальника ГО района (города) на проведение АСДНР на этапе заблаговременной подготовки гражданской обороны является то, что они принимаются по прогнозу. В настоящее время для прогнозирования обстановки и определения объемов АСДНР в Республике Беларусь используется ряд методик, которые позволяют провести необходимые расчеты только в отношении отдельно взятой организации. Такой подход затрудняет объективное прогнозирование возможной обстановки для планирования мероприятий ГО района (города) и делает актуальными данное исследование. Существующее положение дел может привести к невозможности реализации подготовительных мероприятий ГО, достаточных для обеспечения требуемого уровня защищенности, либо к избыточному планированию защитных мероприятий и неоправданным расходам. В связи с этим автором усовершенствован научно-методический аппарат поддержки принятия решения начальником ГО на проведение АСДНР с применением гражданских формирований гражданской обороны, за счет разработки методик, которые позволяют сформировать исходные данные, необходимые для планирования мероприятий ГО района (города) и на этой основе определить формирования, необходимые для ликвидации последствий применения средств поражения.

Проведенные автором исследования свидетельствуют, что при прогнозировании возможной обстановки для подготовки мероприятий ГО на уровне района (города) целесообразно проведение анализа, в основу которого необходимо положить законы распределения случайных величин. Это обусловлено тем, что рассматриваемые в ГО опасности, возникающие при ведении военных действий или вследствие этих действий, определяются возможными неблагоприятными последствиями и имеют стохастический характер. Проведение указанного анализа позволит выявить закономерности проявления поражающих факторов, сделать обоснованные выводы и прогнозы, а также дать оценку их вероятности. В данном случае такими случайными величинами являются прогнозные показатели обстановки для каждой из организаций, продолжающих свою деятельность в условиях военного времени. Сущность предлагаемого подхода заключается в расчете показателей обстановки для планирования мероприятий ГО (показателей) в отношении организаций, продолжающих свою деятельность в условиях военного времени, с целью выбора их функций распределения. Это позволит определить наиболее вероятные суммарные численные значения показателей, характеризующих возможную обстановку на территории района (города) в случае разрушения объектов, указанных выше организаций, при применении средств поражения.

Для апробации разработанных методик и обоснования рекомендаций органам управления гражданской обороны в период с 2018 по 2020 г.г. был организован и проведен вычислительный эксперимент на территории ряда районов Республики Беларусь. Для описания показателей были использованы функции распределения экстремальных значений I–III типов (Гумбеля, Фреше, Вейбулла) [1-3], а также другие функции распределения, наиболее часто применяемые в прикладных задачах [4, с. 65]. В результате статистической обработки данных, полученных в ходе вычислительного эксперимента, для каждого вида показателя по авторской методике были определены функции распределения, а также рассчитаны их параметры. Это позволило определить наиболее вероятные значения прогнозных показателей по медицинской, инженерной, радиационно-химической и пожарной обстановке, а также оценить возможные объемы работ по организации первоочередного жизнеобеспечения населения. Полученные результаты позволили сформировать исходные данные для планирования мероприятий ГО на уровне района

(города), а также провести оценку достаточности количества создаваемых на местном уровне сил ГО, укомплектованности их личным составом и средствами ГО. Разработанные методики дают возможность органам управления ГО подготовить рациональные варианты решения начальника ГО для определения потребности в гражданских формированиях ГО, необходимых для ликвидации последствий применения средств поражения.

Таким образом, предложенный подход позволяет оценить возможные масштабы и характер последствий применения средств поражения и на этой основе детализировать объемы и содержание подготовительных мероприятий ГО, уточнить сроки их проведения, а также определить необходимые для выполнения этих мероприятий силы, функциональные технические системы, объекты и средства гражданской обороны. На этапе заблаговременной подготовки гражданской обороны это позволяет начальнику ГО принимать наиболее целесообразные решения на проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fisher, R.A. Limiting forms of the frequency distribution of the largest or smallest member of a sample / R.A. Fisher, L.H.C. Tippett // Proc. Cambridge Phil. Soc. – 1928. – Vol. 24. – P. 180–190.
2. Gnedenko, B.V. Sur la distribution limite du terme maximum d'une s'erie al'eatoire / B.V. Gnedenko // Annals of mathematics. – 1943. – Vol. 44, № 3. – P. 423–453.
3. Гнеденко, Б.В. Математические методы в теории надежности / Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев, А.Д. Соловьев. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
4. Акимов, В.А. Введение в статистику экстремальных значений и ее приложения: монография / В.А. Акимов, А.А. Быков, Е.Ю. Щеткин. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ), 2009. – 524 с.

УДК 351.862.1

ПОДХОД К РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ ПРЕДМЕТАМИ ПРОГРАММЫ БОЕВОГО СЛАЖИВАНИЯ ЛИЧНОГО СОСТАВА СПЕЦИАЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

Веселов А.В.

Академия гражданской защиты МЧС России

Аннотация. В работе предложена методика распределения времени между предметами программы боевого слаживания с помощью аппарата нечетких множеств. Приведен пример, который служит иллюстрацией к методике получения количественной оценки начального уровня подготовки по нечетким данным.

Ключевые слова: программа боевого слаживания; предмет подготовки; начальный уровень подготовки; теория нечетких множеств; принятие решения; нечеткие модели; лингвистический подход; лингвистическая переменная.

APPROACH TO THE DISTRIBUTION OF TIME BETWEEN SUBJECTS OF THE PROGRAM OF COMBAT SMOOTHING OF THE PERSONAL STAFF OF SPECIAL FORMATIONS OF THE CIVIL DEFENSE

Veselov A.V.

Abstract. The paper proposes a method for distributing time between subjects of the combat coordination program using the apparatus of fuzzy sets. An example is given that serves as an illustration of the methodology for obtaining a quantitative assessment of the initial level of training using fuzzy data.

Keywords: combat coordination program; subject of preparation; initial level of training; fuzzy set theory; decision-making; fuzzy models; linguistic approach; linguistic variable.

При ограниченных сроках подготовки довольно остро встает вопрос определения рациональных временных ресурсов, обеспечивающих требуемый уровень обученности личного состава к выполнению задач по предназначению. Анализ ряда исследований показал, что помимо объема и сложности дисциплины, на время ее освоения, существенным образом влияет начальный уровень подготовки. Если с точки зрения качественной оценки очевидно влияние начального уровня подготовки на время освоения выбранных предметов программы боевого слаживания, то количественная их оценка не так очевидна (выражена не четко). Чтобы учесть эту особенность, существует необходимость построения модели оценки уровня обученности от времени, выделяемого на подготовку, с учетом количественной оценки вышеупомянутых факторов. Данная модель поможет скорректировать время необходимое для освоения соответствующего предмета подготовки.

Для решения задач такого рода чаще всего используется системы нечеткого логического вывода (нечеткие продукционные модели), в основу которых положено формальное представление характеристик исследуемой системы в терминах лингвистических переменных [1].

Рассмотрим упрощенный вариант задачи, построения модели оценки уровня обученности от времени, выделяемого на подготовку, по одному из предметов программы боевого слаживания, которая будет учитывать только начальный уровень подготовки.

Существует программ боевого слаживания в рамках которой осуществляется подготовка по соответствующим предметам. В рамках каждого предмета определено время, обеспечивающее требуемый уровень обученности при условии, что у обучающихся полностью отсутствует начальный уровень подготовки. Задача состоит в том, чтобы разработать такую модель, оценки уровня обученности от времени, по каждому предмету программы боевого слаживания, которая будет учитывать этот фактор.

Опыт планирования и организации подготовки показывает, что на обученность личного состава, который имеет минимальный начальный уровень подготовки по направлению обучения, необходимо затратить меньше времени, чем в случае, если начальный уровень подготовки отсутствует полностью. Таким образом эмпирические знания о рассматриваемой проблемной области могут быть представлены в форме эвристических правил:

1. Если начальный уровень подготовки личного состава обучающихся низкий, то время на подготовку остается без изменений.
2. Если начальный уровень подготовки средний, то время на подготовку уменьшается на небольшое значение.
3. Если начальный уровень подготовки большой, то время на подготовку уменьшается значительно.

Построение базы нечетких лингвистических правил.

Для формирования базы правил системы нечеткого вывода необходимо предварительно определить входные и выходные лингвистические переменные. Очевидно, в качестве входной лингвистической переменной следует использовать начальный уровень подготовки или формально R_1 – «начальный уровень подготовки». В качестве выходной лингвистической переменной будем использовать время необходимое на подготовку или формально R_2 – «время на подготовку».

В этом случае система нечеткого вывода будет содержать 3 правила нечетких продукций следующего вида:

правило 1: если «низкий начальный уровень подготовки» ТО «время на подготовку без изменений»;

правило 2: если «средний уровень подготовки» ТО «время на подготовку уменьшается не значительно»;

правило 3: если «высокий уровень подготовки» ТО «время на подготовку уменьшается значительно»;

В качестве терм-множества первой ЛПП
будем использовать множество:
{низкий, средний, высокий}

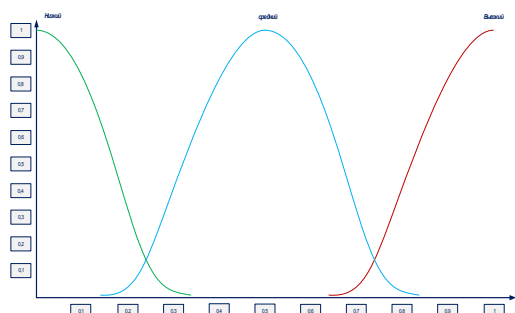


Рисунок 3 – Фаззификация входной лингвистической переменной «начальный уровень подготовки»

В качестве терм-множества второй ЛПП
будем использовать множество:
{без изменений, не значительно,
значительно}

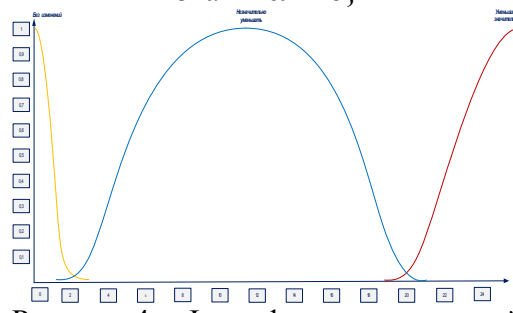


Рисунок 4 – Фаззификация выходной лингвистической переменной «время на подготовку»

Используя в качестве алгоритма вывода алгоритм Мамдами, рассмотрим пример его выполнения для случая, когда текущий начальный уровень подготовки личного состава равен 0,6. В этом случае фаззификация входной лингвистической переменной приводит к значениям степени истинности 0,8 для правила нечеткой продукции №2. Это правило считается активным и используется в текущем процессе нечеткого вывода.

Поскольку все условия в правилах заданы в форме нечетких лингвистических высказываний, этап их агрегирования тривиален и оставляет степень истинности 0,8 без изменения [2].

Следующим этапом нечеткого вывода является активизация заключений в нечетких правилах продукции. Поскольку все заключения правил заданы в форме нечетких лингвистических высказывании первого вида, а весовые коэффициенты правил по умолчанию равны 1, то активизации правила №2 приводит к нечеткому множеству.

Аккумуляция заключения нечеткого правила продукции с использованием операции max-дизъюнкции для правила №2 приводит в результате к нечеткому множеству, функция принадлежности которого изображена на рисунке 5.

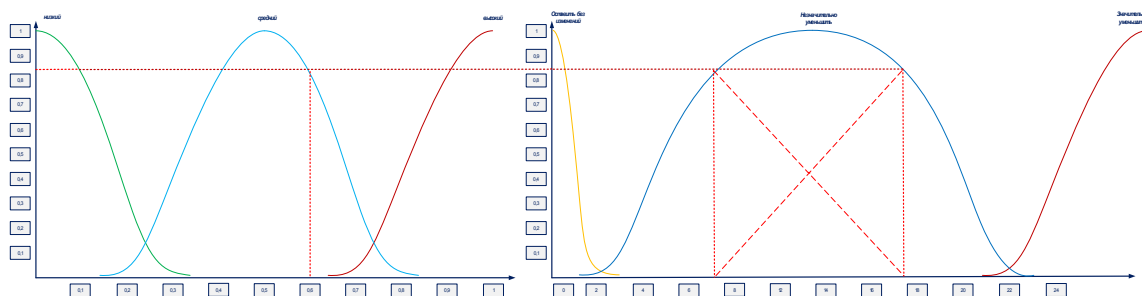


Рисунок 5 – Дефаззификация выходной лингвистической переменной «время на подготовку»

Дефаззификация выходной лингвистической переменной «время на подготовку» методом центра тяжести для значения функции принадлежности, изображенной на рисунке, приводит к значению управляющей переменной, равному уменьшению времени на подготовку $\Delta T = 11$ часов (приближенное значение). Это значение и является результатом решения задачи нечеткого вывода для текущего значения входной лингвистической переменной «начальный уровень подготовки» [3].

В работе представлена математическая модель с использованием теории нечеткой логики, которая станет основой при разработке прикладной программы, предназначенной для обоснования рациональных параметров программы боевого слаживания специальных формирований гражданской обороны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений // Наука. Москва, 1996. - 208 с.
2. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений // Мир. Москва, 1976. - 167 с.
3. А. Леоненков. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. - 736 с.

УДК 504.4

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ В ОБЛАСТИ БОРЬБЫ С НАВОДНЕНИЯМИ В ВЕЛИКОБРИТАНИИ И КНР

Дерендяева О.А.

Олтян И.Ю., кандидат технических наук

Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, федеральный центр науки и высоких технологий, Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье проанализирована современная ситуация в области борьбы с наводнениями в Великобритании и КНР на основе статистических данных о предотвращении наводнений и затратах на восстановления после стихийных бедствий. Данный анализ может быть интересен при составлении отечественных программ борьбы с наводнениями.

Ключевые слова: стихийные бедствия, наводнения, методы борьбы с наводнениями, наводнения в Великобритании, наводнения в КНР.

FLOOD CONTROL SITUATION ANALYSIS IN THE UNITED KINGDOM AND CHINA

Derendyaeva O.A.

Oltyan I.Yu. PhD in Technical Sciences

Abstract. The article analyzes the current situation in the field of flood control in the UK and China at the basis of statistics in flood prevention from natural disasters. This analysis may be of interest in the preparation of domestic flood control programs.

Keywords: Natural disasters, floods, flood control methods, floods in the UK, floods in China.

В современном мире стремительно меняются способы общения и получения информации. Данные процесс ускорила пандемия коронавируса. Международная ситуация в новом свете показала возможности для коммуникационных и информационных технологий в сфере управления рисками наводнений и прибрежной эрозии. Можно сказать, что они позволят будущим программам быть более стратегическими, а не ситуативными. Изучение опыта применения иностранными государствами технологий и подходов в области защиты населения и территорий от наводнений, а также безопасность населения на водных ресурсах, является ключевым пунктом в Стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах до 2030 года. В этой статье был рассмотрен опыт ученых из Великобритании и КНР. Данная тематика может быть интересна России с точки зрения анализа при составлении собственных программ борьбы с наводнениями.

В Великобритании проблемами теоретического развития и внедрения инновационных технологий в программы по борьбе с наводнениями занимаются Агентство окружающей среды, Департамент окружающей среды, продовольствия и сельского хозяйства, независимые профессиональные организации [9, с. 279]. В Китае Министерство водных ресурсов отвечает за внедрение единого управления водными ресурсами в стране. Отделы управления водными ресурсами местного самоуправления образуют Бюро водных ресурсов, отвечающее за планирование, развитие и управление [9, с.280]. Изучив тематические материалы данной отрасли двух ведущих экономиках мира: Великобритании и КНР, а также обобщив опыт внедрения новых технологий в сферу управления рисками наводнений и прибрежной эрозии, был проведен количественный анализ последствий гидрологических бедствий в этих двух странах до и после внедрения инновационных технологий. Также, была произведена оценка результативность новых методов борьбы с наводнениями.

Одной из основных причин серьезных последствий наводнений в Великобритании является недостаточная вовлеченность общества в процесс борьбы и предотвращения наводнений. Кроме того, как пluvальные, так и речные наводнения происходят нечасто [10, с.12]. Основной проблемой борьбы с наводнениями в Китае является недостаточно развитая система стандартов по предотвращению риска наводнений в городских условиях. Обе страны ежегодно выделяют большое количество средств на развитие и поддержание инфраструктуры и новых проектов. Китай в процентном соотношении выделил больше средств, чем Великобритания. Начиная с 2010 до 2019 года бюджет на проекты по предотвращению наводнений увеличился в три раза, составил 726,2 триллиона юаней в 2019 году. Бюджет Великобритании за этот же период вырос в два раза и составил 815 миллионов фунтов на 2019 год [5], [11, с.285].

Китай и Великобритания активно развивают такие направления в области защиты от наводнений, как строительство дамб, сухих рек и т.д. Кроме того, обе страны внедряют новейшие технологии, такие как: искусственный интеллект и новые методы компьютерного моделирования. В Великобритании, в большей мере, чем в Китае уделяют внимание обучению населения. Такое мероприятие, как «SeriousGeoGames» объединяет около 10 941 ученых, которые в течение года проводят около 1 225 779 личных встреч с населением [6, с.3]. Современные проекты по уменьшению опасности наводнений в КНР, в основном, направлены на сдерживание водных потоков, политика Даншуй. Проект «挡水» - использование инженерных мер для «блокировки» наводнений на охраняемый объект. Например, строительство плотин на реках и озерах для предотвращения затопления рек и озер; использование морских дамб и приливные шлюзы для предотвращения морских приливов; строительство плотин для защиты низменных территорий от наводнений.

К другим актуальным проектам относится строительство низконапорных гидротехнических сооружений на реках и каналах, которые используют затворы для регулирования потока и уровня воды. Закрытие шлюзов может блокировать наводнения, сдерживать приливы или поднимать уровень воды вверх по течению для удовлетворения потребностей в орошении, производстве электроэнергии, судоходстве, водных продуктах, защите окружающей среды, промышленном и бытовом водоснабжении. Начиная с 2007 года в Великобритании прошло около 7 крупных наводнений, причем начиная с 2018 года, достаточно серьезные паводки случаются ежегодно, а среднегодовая норма осадков составляет около 1600 мм в год. Таким образом, наводнений в Великобритании стало больше, однако их масштабность несколько уменьшается [1]. В Китае за последние 19 лет произошло четыре крупных наводнения, среднегодовая норма осадков находится в районе 650 мм, оба эти показателя ниже, чем в Великобритании [12]. Наконец, из данных о расходах на восстановление после наводнений в Великобритании, можно сделать вывод, что несмотря на достаточно одинаковую картину в области осадков, эти затраты немного уменьшаются, и начиная с крупного наводнения в 2007 году, когда на восстановление было потрачено 3,2 миллиарда фунтов, для восстановления после наводнений 2018 - 2020 годов потребовалось около 1,1 миллиарда фунтов [12]. В Китае ситуация несколько иная, динамика расходов не

так очевидна. Они варьируются от порядка 112 миллиарда юаней в период средних наводнений, до 364 миллиардов юаней в более поздний период серьезных стихийных бедствий [7].

Можно сделать вывод, что ситуация в Великобритании улучшается в течении всего второго десятилетия 21 века. Особенно это очевидно после 2017, когда в стране была введена новая система предупреждения и мониторинга наводнений, она объединила все региональные системы, создав единую базу по мониторингу и ответу. Неочевидность результатов работы по борьбе с наводнениями в Китае может быть связана с тем, что проблемы носят более структурный характер. Однако, масштабность проводимых изменений, скорость реализации крупных проектов и огромные инвестиции, дают надежду на то, что ситуация улучшится уже в ближайшем будущем. Положительный эффект от инвестиций в инфраструктуру по защите от наводнений сложно переоценить. В Стратегии Российской Федерации в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах до 2030 года основными задачами по борьбе со стихийными бедствиями являются: уменьшение количества пострадавших на 25%, а материального ущерба не менее, чем на 6% [2] Таких крупномасштабных результатов можно достичь, в том числе, с помощью реализации межрегиональных проектов по предотвращению наводнений, по аналогу зарубежных стран, изученных в статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мониторинг и прогнозирование наводнений [Электронный ресурс] // Энциклопедия безопасности [сайт]. URL: <https://survincity.ru/2012/02/monitoring-i-prognozirovanie-navodnenij/> (дата обращения: 01.02.2021).
2. Стратегия в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах до 2030 [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека ELibraru.ru: [сайт]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41464780> (дата обращения: 08.02.2021).
3. A. G. Rumson, S. H. Hallett. Innovations in the use of data facilitating. / ELSEVIER, 2019. 780p.
- insurance as a resilience mechanism for coastal flood risk, volume 661, 15 April 2019, pp. 598-612.
4. C. Lashford, M. Rubinato, Y. Cai, J. Hou, S. Abolfathi, S. Coupe, S. Charlesworth, S. Tait. SuDS & Sponge Cities: a comparative analysis of the implementation of pluvial flood management in the UK and China. / Sustainability, 2019. 14p.
5. Central Government funding for flood and coastal erosion risk management in England [Electronic resource] // gov.uk [site]. URL: <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-environment-food-rural-affairs> (date of the application: 01.02.2021).
6. C. Skinner. Flash Flood: a SeriousGeoGames activity combining science. / EGU, 2020. 20p.
- festivals, video games, and virtual reality with research data for communicating flood risk and geomorphology, 2020, Volume 3, issue 1 GC, 3, 1–17.
7. Environment agency UK [Electronic resource] // gov.uk [site]. URL: <https://www.gov.uk/government/organisations/environment-agency> (date of the application: 02.02.2021).
8. J. Wicks, R. Berry, P. Wilkinson, B. Dunn, F. Rhodes. New technologies from the UK to support flood risk management. / FMA 2012 Conference, 2012. 10p.
9. M. Rubinato, A. Nichols, Y. Peng, J. Zhang, C. Lashford, Y. Cai, P. Li, S. Tait. Urban and river flooding: Comparison of flood risk management approaches in the UK and China and an assessment of future knowledge needs. / ELSEVIER, 2019. 292p.
10. N. Li, C.X. Qin, P.F. Du, Optimization of China sponge city design: The case of lincang technology innovation park. / Water, 2018. 19p.

11. R.J. Dawson, L. Speight, J.W. Hall, S. Djordjevic, D. Savic, J. Leandro. Attribution of flood risk in urban areas. / Hydroinformatics 2006: Proceedings of the 7th International Conference on Hydroinformatics, 2006. 3142p.
12. 智研咨询整理 [Electronic resource] // 水利部 [site]. URL: <http://www.mwr.gov.cn/> (date of the application: 03.02.2021).
13. 刘业森, 陈胜, 刘媛媛. 近年国内防洪减灾信息技术应用综述. / 中国防汛抗旱, 2020. 199页.

УДК 628.16

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Душкин С.С., кандидат технических наук, доцент кафедры

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Установлено, что внедрение научных исследований в процессах водоподготовки позволяет повысить показатели надежности как одиночных сооружений технологических схем очистки воды, так и всего комплекса водоподготовки.

Ключевые слова: надежность, активация растворов реагентов, модификация кварцевой загрузки, прерывистое электрокоагулирование, интенсивность отказов, интенсивность ремонтов, контактная загрузка.

INCREASING RELIABILITY OF TREATMENT FACILITIES WATER SUPPLY SYSTEMS

Dushkin S.S., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

National University of Civil Defence of Ukraine

Abstract. It has been established that the introduction of scientific research in the processes of water treatment makes it possible to increase the reliability indicators of both single structures of technological water treatment schemes and the entire complex of water treatment.

Keywords: reliability, activation of reagent solutions, modification of quartz loading, intermittent electrocoagulation, failure rate, repair rate, contact loading.

Задача повышения надежности работы очистных сооружений систем водоснабжения сводится в основном к созданию условий устойчивой работы, исключению аварийных ситуаций, улучшению качества осветленной воды и, в конечном итоге, повышению экономичности работы как отдельных сооружений технологической схемы, так и работы системы водоснабжения в целом. Одним из важнейших свойств, наиболее полно отражающих сущность надежности – безотказность работы, т.е. свойств объекта непрерывно сохранять работоспособность, которая может базироваться на данных фактической работы отдельных сооружений систем водоснабжения [1].

Важнейшим элементом в надежности работы очистных сооружений систем водоснабжения является разработка и внедрение прогрессивных технологий в области очистки воды, что позволит упростить существующие технологии, интенсифицировать процессы очистки воды, улучшить ее качество, снизить расход реагентов и себестоимость очищенной воды.

Разработали и прошли опытно-промышленную проверку на очистных сооружениях водопровода ресурсосберегающие технологии очистки природных вод.

- Активированные растворы реагентов;
- Модификация кварцевой загрузки;
- Прерывистое электрокоагулирование;

Обработка воды активированным раствором коагулянта позволяет увеличить гидравлическую крупность коагулированной взвеси. Наибольшее влияние активированный раствор коагулянта оказывает на гидравлическую крупность взвеси 0,2 мм/с и более, что подтверждается опытными данными, приведенными в табл. 1.

Таблица 1 – Влияние активированного раствора сульфата алюминия на эффективность осветления воды

Содержание взвешенных веществ в осветляемой воде, мг/дм ³	Остаточное содержание взвешенных веществ, мг/дм ³		Эффект осветления воды, %	Примечания
	обычный раствор коагулянта	активированный раствор коагулянта		
25	3,3	2,6	126,9	1. Гидравлическая крупность коагулированной взвеси 0,2 мм/с. 2. Качественные показатели исследуемой воды: взвешенные вещества, мг/дм ³ – 10,5-14,8; температура, °С – 2,5-6,5; цветность, град. ПКШ – 35-42; рН – 7,2-7,5; общая жесткость, моль/дм ³ – 2,95-3,15; щелочность, моль/дм ³ – 2,3-2,8
50	3,8	2,9	130,0	
100	3,5	2,5	140,0	
150	3,2	2,0	160,0	
200	3,9	2,6	150,0	
250	4,6	3,1	148,4	
300	5,2	4,1	126,8	

Экспериментально определено, что обработку воды активированным раствором коагулянта целесообразно выполнять при содержании в осветляемой воде взвешенных веществ до 100-250 мг/дм³. Цветность осветляемой воды при обработке активированным раствором коагулянта сульфата алюминия, не зависит от содержания взвешенных веществ и в 1,5-1,6 раза ниже цветности, определяемой при использовании обычного раствора коагулянта.

Использование активированных растворов коагулянта сульфата алюминия позволяет снизить расчетные дозы коагулянта в среднем на 25-30 %, увеличить пропускную способность фильтров в среднем на 40 %, уменьшить остаточное содержание алюминия в осветленной воде в среднем на 45-50 %, повысить экологическую безопасность питьевой воды.

При модификации фильтрующий материал обрабатывают различными реагентами так, чтобы на поверхности зерен образовалась пленка из веществ, физико-химические свойства которых изменяются за счет адгезии.

Анализ результатов исследования по модификации кварцевой загрузки скорых фильтров позволяет повысить качество фильтрата, что подтверждается опытными данными приведенными в табл. 2.

Модификация кварцевой загрузки позволяет интенсифицировать процессы осветления воды, снизить расходы реагентов в среднем на 40-50 % с получением воды необходимого качества, при этом себестоимость осветленной воды уменьшается на 25-30 %.

Определение показателей надежности комплексов очистных сооружений, включающих показатели надежности каждого блока смесителей камер реакций осветлителей со взвешенным осадком и др. (табл. 3) выполнено по общепринятой методике.

Анализ показателей надежности основных элементов технологических схем очистных сооружений водопровода зависит от эффективности использования научных разработок, внедренных в технологические процессы очистки воды, так интенсивность отказов фильтров при внедрении НИР уменьшается в среднем на 15 %, осветлители со взвешенным осадком – в среднем на 20-25 % и т.д.

Таблица 2 – Влияние модификации кварцевой загрузки фильтров на мутность и цветность фильтрата

Номер фильтроцикла	Вид реагента	Время модификации, t_m , мин	Показатели фильтрата					
			Мутность, мг/дм ³		Цветность, град. ПКШ		Изменение показателей фильтрата, %	
			Обычное фильтрование	Фильтрование при модифицированной загрузке	Обычное фильтрование	Фильтрование при модифицированной загрузке	Обычное фильтрование	Фильтрование при модифицированной загрузке
Ф1	Полиакриламид ПАА	1,0	2,08	1,27	25	19	63,3	25,1
Ф2		3,0	1,32	1,41	25	19	58,6	31,5
Ф3		5,0	2,06	1,18	25	18	70,3	38,8
Ф4		6,0	2,22	1,38	25	20	60,8	25,1
К1	Коагулянт сульфата алюминия	1	2,46	1,52	27	21	61,8	28,5
К2		3	2,09	1,35	24	19	54,8	26,3
К3		5	2,33	1,41	25	18	65,2	38,8
К4		6	2,18	1,37	26	20	59,1	30,1

Таблица 3 – Показатели надежности комплекса очистных сооружений водопровода

№ п/п	Тип технологической схемы	Интенсивность отказов $\lambda \cdot 10^4$ при $\delta = 95$ (среднее значение)		Интенсивность ремонтов $\mu \cdot 10^2$ при $\delta = 95$, 1/час (среднее значение)	
		Обычная очистка	Очистка с учетом внедрения НИР	Обычная очистка	Очистка с учетом внедрения НИР
1	Двухступенчатая схема с коагуляцией в свободном объеме	0,12	0,10	0,45	0,31
2	Двухступенчатая схема с коагуляцией примесей в стесненном объеме взвешенного осадка	0,14	0,08	0,85	0,62
3	Одноступенчатая схема с использованием контактной коагуляции	0,4	0,26	0,64	0,5

ЛИТЕРАТУРА

1. Stanislav Dushkin, Tamara Shevchenko. Applying a modified aluminum sulfate solution in the processes of drinking water preparation (2020) EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies, 4 (10-106), pp. 26-36.

УДК 613.263:631.22

ДООЧИСТКА РОДНИКОВОЙ ВОДЫ (АВАРИЙНОГО ИСТОЧНИКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ) С ПРИМЕНЕНИЕМ БЫТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.А. Каленова¹, С.В. Одинцова¹, С.А. Буймова¹, А.Г. Бубнов^{1,2}, Ю.Н. Моисеев²

Буймова С.А.², кандидат химических наук, доцент

¹ Ивановский государственный химико-технологический университет

² Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В работе рассмотрены результаты химического анализа (обобщенные показатели, содержание соединений металлов и некоторых неорганических веществ) образцов родниковой воды г. Иваново, прошедшей дополнительную обработку с помощью фильтров кувшинного типа со сменными модулями «Аквафор А5» и «Барьер Классик». Определено соответствие показателей качества такой воды нормативным требованиям. Оценена степень очистки бытовых установок, проведена оценка экологического риска, а также риска здоровью населения от употребления данных вод.

Ключевые слова: родниковая вода, фильтры кувшинного типа, анализ качества воды.

SPRING WATER ADDITIONAL TREATMENT USING HOUSEHOLD EQUIPMENT AS AN EMERGENCY SOURCE OF WATER SUPPLY IN THE CASE OF AN EMERGENCY SITUATION

A.A. Kalenova¹, S.V. Odintsova¹, S.A. Buymova², A.G. Bubnov^{1,2}, Yu. N. Moiseev¹

Buymova S.A., PhD, Associate Professor

Abstract. The paper deals the results of chemical analysis (composite index, content metal compounds index and inorganic substances index) of spring water in Ivanovo city. The water was subjected to additional treatment using jug-type filters with replaceable modules "Aquaphor A5" and "Barrier Classic". We was determined the correspondence of the water-quality criteria to the regulatory requirements. The degree of cleaning of household installations was assessed, an assessment of the environmental risk, as well as the risk to public health from the use of these waters, was carried out.

Keywords: spring water, jug type filters, water quality analysis.

Важнейшей задачей в современном мире является обеспечение безопасности человека. В случае возникновения ЧС характера природного или техногенного различного актуальным является соблюдение мер для предотвращения неблагоприятного воздействия на человека и объекты окружающей природной среды.

На сегодняшний день основным источником питьевой воды во многих городах России является водопроводная вода из поверхностных водозаборов, которая по своим санитарно-химическим показателям часто не соответствует нормативным требованиям [1]. Поэтому многие жители городов или покупают минеральную воду в магазинах, или употребляют родниковую воду (в качестве альтернативного водопроводной) [2]. Проходя через слои песка и гравия, родниковая вода подвергается естественной очистке перед тем, как попасть

на поверхность земли, поэтому сохраняет природные качества, структуру и свойства [3]. Однако в условиях современных реалий и родники могут подвергнуться значительному загрязнению, обусловленному выбросами и сбросами промышленных предприятий, просачиванием фильтрата полигонов для хранения твердых бытовых отходов и другими антропогенными факторами [4].

В настоящей работе проводился мониторинг родниковой воды г. Иваново, отобранной из природного источника, расположенного в районе городского бассейна. Для доведения качества указанной воды до нормативного в работе использовались устройства, основанные на адсорбционной очистке. С помощью кувшин-фильтров и сменных модулей «Аквафор А5» и «Барьер Классик» было профильтровано 350 л и 200 л родниковой воды соответственно с интервалом 50 л, чтобы проследить зависимость работы сменного модуля и проверить ресурс картриджа, указанный производителем.

Контроль качества воды осуществлялся по 25-ти показателям:

- органолептическим: запах, привкус, цветность, мутность;
- обобщенным: pH, ХПК_{KMnO4}, жесткость, общая минерализация, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ);
- содержанию анионов: CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- ;
- содержанию катионов: NH_4^+ , Pb^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} а также общее содержание $\text{Cu}_{\text{общ}}$, $\text{Fe}_{\text{общ}}$, $\text{Mn}_{\text{общ}}$, $\text{Cr}_{\text{общ}}$, Ni^{2+} , Cd^{2+} , Co^{2+} .

Вода контролировалась на соответствие нормам по приведенным выше показателям по аттестованным методикам стандартными методами химического и физико-химического анализа в соответствии с гигиеническими нормативами содержания веществ в питьевой воде (СанПиН 2.1.4.1074-01 [5]).

Наблюдения показали, что органолептические показатели качества оставались неизменными почти на протяжении всего времени исследования (более 2-х лет). Пробы родниковой воды были прозрачными, бесцветными, без осадка, не имели запаха и вкуса. Результаты химического анализа показали, что все исследованные пробы родниковой воды, доочищенные с помощью фильтрующих модулей «Аквафор А5» и «Барьер Классик» соответствовали нормативным требованиям по контролируемым показателям качества.

Рассчитанное значение степени доочистки исследуемых образцов показало, что ресурс сменного картриджа «Аквафор А5» был выработан при пропуске 200 л воды (при заявленном изготовителем 350 л), а кассеты «Барьер Классик» при 50 л воды (при заявленном изготовителем 200 л). При этом наибольшая степень очистки рассмотренных картриджами наблюдалась при пропуске 1 – 50 л воды.

На рис. 1 представлено распределение степени удаления компонентов в родниковой воде, доочищенной с применением сменных модулей «Аквафор А5» и «Барьер Классик» в порядке снижения эффективности. Средняя степень доочистки родниковой воды составила 32 %.

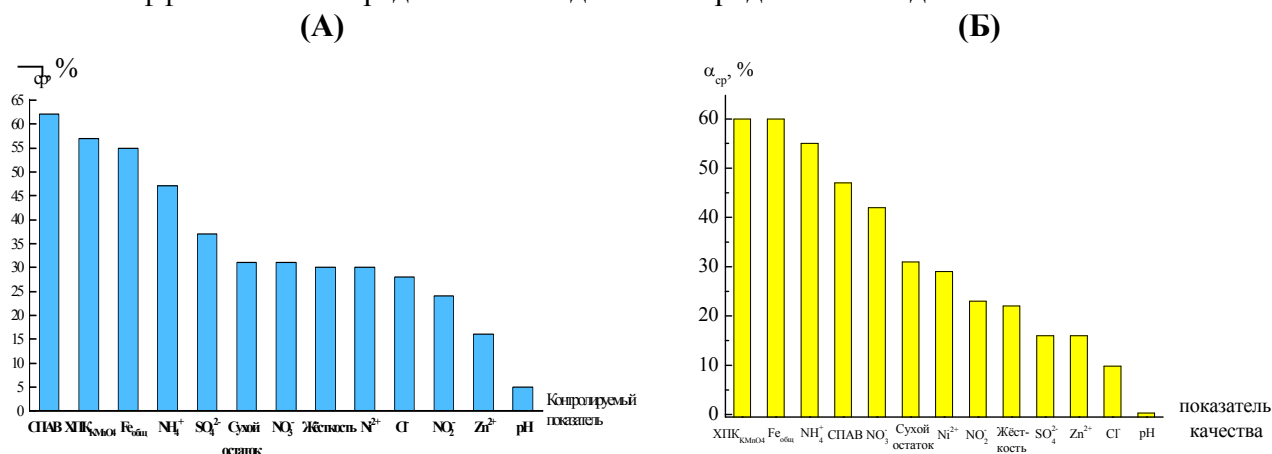


Рис. 1. Распределение степени удаления компонентов в родниковой воде, очищенной с применением сменного модуля «Аквафор А5» (а) и «Барьер Классик» (б)

На основании данных химического анализа были проведены оценки величины

потенциальной опасности (ПО) от перорального употребления исследованных образцов питьевых вод по методике, рекомендованной Министерством здравоохранения РФ [6]. Оказалось, что наибольшая величина ПО была характерна для исходной (предварительно необработанной) пробы родниковой воды (~ 20 %). При постоянном употреблении в питьевых целях такой родниковой воды есть вероятность возникновения гипертонической болезни, а так же ишемической болезни сердца и хронического гастрита. Расчеты показали, что после доочистки родниковой воды с помощью кувшин-фильтров, величина ПО значительно снижается (до 11 %, т.е. в 2 раза).

Значения пожизненного индивидуального риска от употребления родниковой воды, доочищенной с помощью сменных модулей «Аквафор А5» и «Барьер Классик» представлены на рис. 2. Полученные значения риска можно отнести к приемлемому уровню.

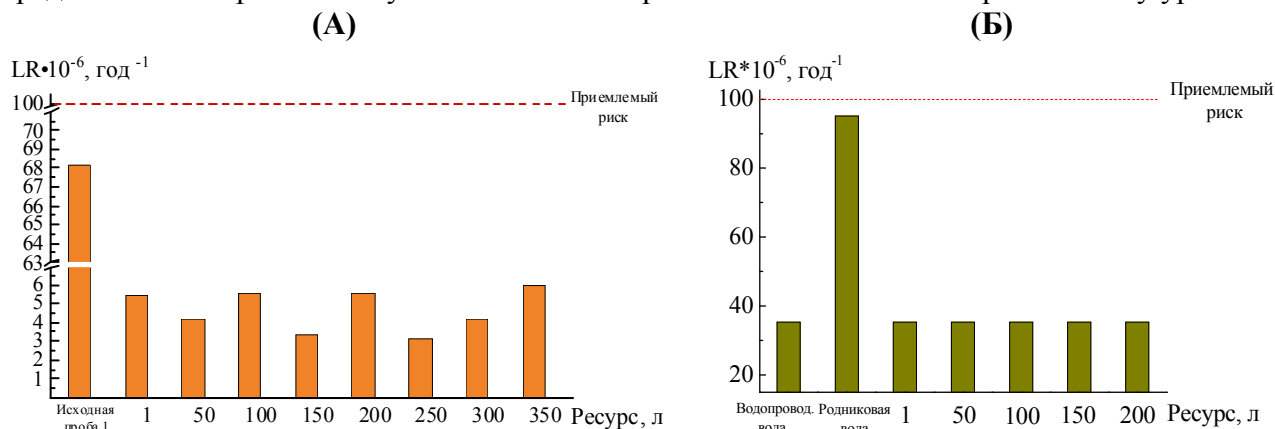


Рис. 2. Пожизненный индивидуальный риск от употребления родниковой воды, доочищенной с помощью сменных модулей «Аквафор А5» (а) и «Барьер Классик» (б)

В работе был оценен возможный ущерб от перорального употребления родниковой воды до и после дополнительной очистки с применением рассматриваемых фильтрующих модулей. Это вероятный ущерб можно характеризовать как минимальный и низкий.

Таким образом, родниковая вода данного качества может являться аварийным источником водоснабжения в случае возникновения чрезвычайной ситуации различного характера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исламова, А.А. Экологический мониторинг качества питьевой воды центрального водоснабжения города Бирск республики Башкортостан: [Текст] / А.А. Исламова, М.Ю. Колбина, Р.Я. Сафиханов // Самарский научный вестник. – 2017. – № 2. – С. 51.
2. Онищенко, Г.Г. О санитарно-эпидемиологическом состоянии окружающей среды / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2013. - № 2. – С. 4 – 10.
3. Буймова С.А. Комплексная оценка качества родниковых вод на примере Ивановской области/ С.А. Буймова, А.Г. Бубнов; под ред. А.Г. Бубнова; Иван. гос.хим.-технол. ун-т.-Иваново, 2012. – 463 с.
4. Бусарев, А.В. Некоторые аспекты решения проблем доочистки водопроводной воды с помощью адсорбционных фильтров: [Электронный ресурс] / А.В. Бусарев, И.Г. Шешегова, И.Н. Тазмиева // Материалы международной научно-практической конференции «Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении», 17 – 18 ноября 2016 г. / Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. – Саратов. – 2016. – С. 51 – 56.
5. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
6. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 5 марта 2004 г.).

УДК 614.87

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ Г.ГОМЕЛЯ

Клезович С.И.

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Прогнозирование природных чрезвычайных ситуаций (далее - ЧС) позволяет заблаговременно принять меры по уменьшению риска ЧС и смягчению их негативных последствий.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, метеорологические явления.

METEOROLOGICAL EMERGENCY SITUATIONS CHARACTERISTIC FOR GOMEL

Klezovich S.I.

Gomel branch University of Civil Protection Ministry for Emergency situations of Belarus

Abstract. Prediction of natural emergencies allows taking measures in advance to reduce the risk of emergencies and mitigate their negative consequences.

Keywords: emergency, meteorological phenomena.

Беларусь защищена от таких природных катаклизмов, как землетрясение и цунами. Однако на территории страны возможно возникновение более 30 видов других чрезвычайных ситуаций (далее - ЧС) природного характера. 69 процентов всех происшествий природного характера в Беларуси приходятся на долю метеорологических явлений. Бури и ураганы на территории страны характерны для всех областей с вероятностью возникновения 2-3 раза в год. Разрушительные шквалы и смерчи бывают, как правило, раз в два года. Ежегодно отмечаются и такие явления, как сильный град, засухи и заморозки, которые наносят значительный ущерб сельскому хозяйству.

В 2020 году в Республике Беларусь было зарегистрировано 23 чрезвычайные ситуации, без учета техногенных пожаров (в 2019 - 15), из которых 8 техногенного характера и 15 природного (9 метеорологические, 3 эпизоотии, 1 геологическая, 1 пожар в природных экосистемах и 1 отравление и токсические поражения людей) [1].

Потенциальная опасность для населения и территории города Гомеля может исходить от ЧС природного характера, в том числе природных пожаров (лесных и торфяных).

«Природная ЧС – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлечет за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей» [2].

ЧС природного характера возникают объективно, независимо от деятельности человека, их проявление главным образом зависит от природно-климатических условий тех или иных территорий. Для характеристики климатических условий использованы климатические параметры метеорологической станции Гомельобгидромет Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, в обязанности которого входит проведение наблюдения, анализа и оценки состояния и изменения источников чрезвычайных ситуаций (аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ и загрязнением окружающей среды, опасные метеорологические и гидрологические явления), прогнозирование их возникновения в рамках системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного

и техногенного характера [3].

«Ведя речь о прогнозировании мы, безусловно, преследуем цель-выработка заблаговременных превентивных мер. Соответственно, по времени упреждения возникновения ЧС выделяют долгосрочный, средне- и краткосрочный прогноз. Для управления безопасностью населения и территорий, прежде всего, необходимо долгосрочное прогнозирование, проводимое в целях формирования государственной политики в области защиты населения, принятия стратегических решений. Краткосрочный же прогноз, на ближайшие дни или часы, крайне необходим для принятия экстренных тактических мер по защите населения.

На современном этапе развития, долгосрочное прогнозирование ЧС природного характера более развито. Во-первых, оно более реально современными методами с учетом развития науки и техники и менее подвергнуто фактору внешнего воздействия. Для своевременного прогнозирования возникновения ЧС, прежде всего, необходима хорошо отлаженная система мониторинга за факторами, имеющими причинно-следственную связь с предстоящими изменениями в окружающей среде, как следствие научный подход к выявлению качественных (максимально достоверных) признаков, указывающих с высокой вероятностью, а это в том числе и частота совпадений в прошлом наблюдении за данными признаками.» [4]

Средняя месячная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года составляет 19.1°C, средняя месячная температура наружного воздуха холодного месяца составляет минус 6°C, средняя годовая - +6,3°C. Абсолютный максимум температуры воздуха +38 °C, абсолютный минимум – минус 35 °C. Продолжительность безморозного периода (температура выше 10 °C) составляет 207 дней. Продолжительность отопительного сезона составляет 188 дней. Среднемесячная относительная влажность наиболее холодного месяца составляет 84, наиболее жаркого месяца года – 71%, годовая относительная влажность – 77% [5].

Годовая сумма осадков составляет 618 мм, из них более половины (68%) приходится на теплый период года 424 мм, в холодный период 194 мм. Снежный покров прочно устанавливается в начале декабря, разрушается в конце марта. Число дней с устойчивым снежным покровом составляет 88, высота снежного покрова средняя из наибольших декадных за зиму 19 см, максимальная из наибольших декадных за зиму – 59 см. Глубина промерзания грунта (наибольшая из максимальных) 148 см, средняя из максимальных за год 63 см.

Преобладающими годовыми направлениями ветров, определяющими организацию территории города, являются: южное и северо-западное. В холодный период года господствующим направлением является южное, в теплый - северо-западное.

Для климата характерны туманы, грозы и метели. В среднем за год отмечается 54 дня с туманами, 60% из них в холодную пору года. В среднем за год отмечается 19 дней с метелями, 27 дней с грозами.

Статистические данные о повторяемости опасных метеорологических явлений на территории г.Гомеля и Гомельского района

Таблица 1.

Усредненная повторяемости опасных метеорологических явлений							
сильный ветер	сильный дождь	сильный туман	сильный снегопад	сильный мороз	сильный гололед	сильная метель	сильная жара
1 раз в 5 лет и чаще	1 раз в 5 - 10 лет	1 раз в 10 - 30 лет	1 раз в 30 - 50 лет	1 раз в 50 и более лет	1 раз в 30 - 50 лет	1 раз в 5 - 10 лет	1 раз в 10 - 30 лет

Таким образом, из всех опасных метеорологических явлений, которые могут возникнуть на территории города, можно выделить наиболее часто возникающие: сильный ветер, сильный дождь, сильный туман, сильная метель, сильная жара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сведения о чрезвычайных ситуациях в Республике Беларусь по данным учета МЧС за 2020 год [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://mchs.gov.by/upload/iblock/c41/chs_2020.docx/. – Дата доступа: 04.02.2021.
2. СТБ 1404-2003 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг аэрокосмический. Номенклатура контролируемых параметров чрезвычайных ситуаций.
3. О Государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 10 апреля 2001 г., № 495 // Нац. центр инф. Респ. Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C22000596_1603141200.pdf/. – Дата доступа: 04.02.2021.
4. И.П.Коржов Принятие решений в чрезвычайной ситуации / Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: сб. материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. - г. Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – 301с. – С. 88-92.
5. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь, 2020. Статистический сборник [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/ffe/ffe0756ee18e391021d253aa54b56e0d.pdf/>. – Дата доступа: 04.02.2021.

УДК 666.946

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЛИЯНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЦЕМЕНТОВ

Коваль В.В.

Дейнека В. В., кандидат технических наук

Національний університет цивільного захисту України

Аннотация. На основе соединений четырехкомпонентной системы $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ была разработана технология производства специальных коррозионностойких цементов полифункционального назначения, которые могут быть использованы для производства особо прочных радиационно-защитные и коррозионностойкие тампонажные цементы. Исследованы процессы гидратации кальциево-бариевого ферросиликатного цемента и установлено, что основными продуктами гидратации являются гидросиликаты бария и гидроферриты кальция и бария различной основности, обеспечивающие высокие прочностные характеристики цементного камня.

Ключевые слова: радиоактивные отходы, геологические могильники, экологически безопасное захоронение, твердофазный синтез, процессы гидратации и радиационная защита.

STUDY OF THE POSSIBILITY OF INFLUENCING THE STABILITY OF SPECIAL MATERIALS BASED ON POLIFUNCTIONAL CEMENTS

Koval V.V.

Deineka V. V., PhD in Technical Sciences

National University of Civil Defence of Ukraine

Abstract. Based on the compounds of the four –component $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ system, we developed for this purpose the technology for the production of special corrosion-resistant cements of a polyfunctional type that can be used for the production of extra strong radiation-protective and corrosion –resistant plugging cements. Calcium-barium ferrosilicate cement hydration processes were investigated and it was established that the main hydration products are barium hydrosilicates and calcium and barium hydroferrites of a different basicity that provide high strength characteristics for the cement stone.

Keywords: radioactive waste, geological repositories, environmentally safe disposal, solid-phase synthesis, hydration processes and radiation-protection.

В Украине атомная энергетика является стратегически важным элементом

энергообеспечения, поэтому успешное функционирование атомной энергетической отрасли - одно из необходимых условий обеспечения национальной безопасности страны. Ядерные отходы не имеют ценности для дальнейших производственных процессов. Это определенная совокупность различных опасных для человека и для окружающей среды химических элементов. В связи с опасностью радиоактивных элементов их утилизация является обязательной, более того, осуществляется в соответствии с определенными правилами. Для повышения безопасности эксплуатации геологических долговременных захоронений радиоактивных отходов предложена обработка стенок хранилищ герметизирующим радиационнозащитным материалом. Для этого на основе соединений четырехкомпонентной системы $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ была разработана технология коррозионностойких специальных цементов полифункционального назначения, которые могут использоваться для получения высокопрочных радиационнозащитных и коррозионностойких тампонажных бетонов. С помощью термодинамического метода анализа были установлено фазовые равновесия и осуществлена тетраэдрация системы при предполагаемой температуре синтеза - 1200 °С, с целью минимизации количества необходимых термодинамических расчетов. Были установлены особенности процессов гидратации кальций-бариевого ферросиликатного цемента: основными продуктами гидратации являются силикаты бария и ферриты кальция и бария, а также гидроксиды бария и железа, как в коллоидном, так и кристаллическом состоянии; которые обеспечивают высокие прочностные характеристики затвердевшего цементного камня.

Полученные материалы обладают следующими свойствами: высокопрочные (прочность на сжатие - до 58,9 МПа), защитные (расчетный коэффициент массового поглощения - до 247 см² / г) и коррозионные (коэффициент сульфатостойкости - 1,31) цементы. Защитные бетоны с различными заполнителями, полученные на основе разработанного цемента, характеризуются высокой прочностью (предел прочности на сжатие - 58,4 МПа), небольшой степенью размягчения в интервале температур 20 - 1200 °С (до 15 - 19%), могут применяться при температурах службы до 1200 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lidskog R. The management of radioactive waste. A description of ten countries / Rolf Lidskog, Ann-Catrin Andersson // Swedish Nuclear Fuel and Waste Management. Stockholm, 2000. – 112 p.
2. Berlepsch T. Salt as a host rock for the geological repository for nuclear waste. / T. Berlepsch, B. Haverkamp // Elements, 2016. – № 12. – pp. 257-262.

УДК 504.064+504.4.054

БИОМОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕСТ РАЗГРУЗКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ГРУНТОВЫХ ВОД С ЦЕЛЬЮ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Колотилова А.А.¹, Бубнов А.Г.^{1,2}, Буймова С.А.¹, Моисеев Ю.Н.²

Бубнов А.Г.^{1,2}, доктор химических наук, доцент

¹ Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново, Россия

² Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы охраны родниковых вод в пределах городской территории. Представлены результаты мониторинга вблизи мест выхода родниковых вод методом выявления изменений в почвенном и растительном покрове – по биоиндикаторам.

Ключевые слова: мониторинг, родниковая вода, биоиндикаторы, растительный покров, почвенная мезофауна, химический анализ.

BIOMONITORING OF THE ENVIRONMENTAL STATE OF SURFACE GROUND

WATER UNLOADING PLACES IN ORDER TO PREVENT EMERGENCY SITUATIONS

Kolotilova A.A.¹, Bubnov A.G.^{1,2}, Buymova S. A.¹, Moiseev Yu.N.²

Bubnov A.G.^{1,2}, doctor of Chemical Sciences, Associate Professor

Abstract. The paper considers the issues of protection spring waters supply within the urban area. Presented are the results of monitoring near the outlet of spring waters by the method of changes in soil and vegetation cover - by bioindicators.

Keywords: monitoring, spring water, bioindicators, vegetation cover, soil mesofauna, chemical analysis

В связи с возрастающим темпом урбанизации места выхода родниковой воды часто оказываются вблизи городской инфраструктуры, которая пагубно воздействует на состояние подземных поверхностных вод. Причем некоторые из них уже утратили свою первозданную природную чистоту. Кроме того, ухудшению состояния подземных вод способствуют химическая, а иногда и микробиологическая загрязненность почвенного покрова в т.ч. и из-за процессов трансграничного переноса. Следовательно, оценка качества состояния почвенного и растительного покрова по результатам мониторинга вблизи мест выхода подземных вод, актуальна [1]. Отметим, что почвенные беспозвоночные, благодаря своим природным качествам быстро реагировать на изменение параметров среды, являются информативным индикатором состояния почвенной биоты [2]. Растения же могут служить индикатором содержания ксенобиотиков, которые при попадании в почву и через органы растений могут поступать из почвенного покрова в грунтовые воды.

Известно, что при экологическом мониторинге уровня загрязнения использование биологических индикаторов часто дает более ценную информацию, чем прямая оценка загрязнения приборами, так как биологические индикаторы реагируют сразу на весь комплекс загрязнений. Использование растений, произрастающих вблизи родниковых вод, в качестве индикаторов состояния экосистемы источников дает важную визуальную и химическую оценку состояния загрязненности, с помощью видового разнообразия, густоты стояния, внешнему виду листьев и других органов. Все это помогает определить состав почвы и наличие в ней содержания различных соединений.

В связи с этим целью работы являлось предупреждение возникновения чрезвычайных ситуаций с помощью контроля и выявления изменений в окружающей среде (ОС), используя доступные визуальные средства – биоиндикаторы (по изменению внешнего вида, химического состава, поведения).

Для этого, первоначально было необходимо оценить возможность использования произрастающих вблизи родников растений в качестве индикаторов состояния экосистемы указанных источников.

Исследовались три природных источника (два из них находятся в городе Иваново, один в городе Кохма). В течение 2020 гг. были собраны произрастающие растения на исследованных территориях вблизи родников. Впервые мониторинг осуществлялся в вегетативный период, когда происходило произрастание семян, клубней и луковиц у растений. На этом этапе, в результате визуального исследования определено видовое разнообразие растений. Результаты идентификации показали, что видовое разнообразие взаимосвязано с уровнем антропогенного воздействия. Так вблизи родника расположенного в г. Кохма произрастает наибольшее количество различных растений, а наименьшее количество видов было характерно для площадки около родника в г. Иваново в районе городского бассейна (рис.)

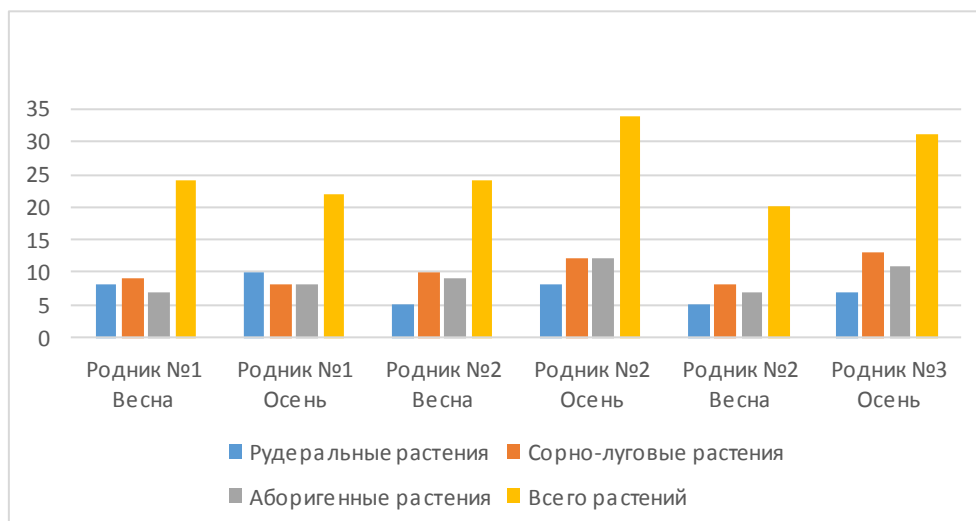


Рис. Видовое разнообразие травянистых растений, произрастающих на исследованных территориях. 1 – ЗСО родника в г. Иваново (район городского бассейна); 2 – ЗСО родника в г. Кохма; 3 – ЗСО родника в г. Иваново (парк «Харинка»)



На втором этапе была определена густота стояния растений, в результате визуальной оценки, анализируемые площадки в последовательности уменьшения антропогенного воздействия могут быть представлены следующим образом:

родник № 1 → родник № 2 → родник № 3

Подготовленный видовой гербарий из собранных растений, показал что у наиболее часто у родников встречаются такие виды растений как: мать-и-мачеха (*Tussilago*), одуванчик (*Taraxacum*), подорожник (*Plantago major* L.), осока (*Carex globularis* L.), крапива (*Urtica dioica* L.). Необычным растением, свойственным для всех трех площадок была отмечена земляника (*Fragaria*). Это говорит о наличии слабокислых и нейтральных почвах с pH 4,5 – 7,0, а также о недостатке азота (бледно-зеленый окрас растений) [3].

Мониторинг почвенной мезофауны проводился во время проявления первой активности беспозвоночных животных после зимнего периода, методом выборки животных из почвы. В ходе проведения визуальных наблюдений обнаружено наличие поясковых червей в почвенном покрове, это говорит о содержании низких концентраций загрязняющих веществ в почве. Наличие муравьев вблизи родников г. Иваново способствует более быстрому разложению и гумификации растительных остатков и повышению биологической активности почв. Наличие мокриц выявленное у родника в г. Кохма свидетельствует о локальной повышенной влажности. По итогам исследования определено, каждый выявленный вид в пределах своего ареала встречается только в тех местообитаниях, которые обеспечивают полный комплекс необходимых для проявления жизнедеятельности условий. Для почвы находящейся вблизи родниковых вод наиболее удобными тест-животными являются дождевые черви, щелкуны и их личинки, крупные жуки, некоторые виды мокриц, чернотелки и их личинки.

В исследованных образцах почвенного покрова были обнаружены превышения нормативных требований по следующим показателям качества: Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} . В результате анализа и систематизации данных о качестве почвенного покрова, растительности и наличии почвенной фауны вблизи родниковых вод г. Иваново в периоды исследования были выявлены приоритетные загрязняющие вещества – соединения Cu, Zn, Mn, Ni, Cu и Co.

Ранее было показано [4], что родники могут являться альтернативным источником водоснабжения населения. Проводя мониторинг оценки качества состояния родниковых вод с помощью биоиндикаторов можно определить допустимость и негативного воздействия на

объекты ОС и даже уровень возможного отрицательного аварийной ситуации в наблюдаемые состояния тест-организмов. Контроль за выбранными индикаторными растениями может обеспечить оперативное выявление изменения почвенного покрова поскольку для них характерна резко выраженная адаптация к определенным условиям окружающей среды. При наличии таких растений можно качественно и количественно оценить условия ОС. Так по результатам химического анализа растительности у родников выявлено превышение относительно фоновых значений соединений следующих Cd^{2+} и Mn^{2+} . Содержание соединений Zn^{2+} , Pb^{2+} и Ni^{2+} не превышало допустимых значений.

Следовательно, почвенная и растительная флора и мезофауна чувствительна к реакции почвенных растворов. С помощью растений и беспозвоночных животных намного проще следить за состоянием окружающей среды. В связи с этим их применение в дальнейшем будет одним из лучших методов биоиндикации состояния родников.

Таким образом, с помощью почвенных и растительных индикаторов можно контролировать и даже предсказывать изменения в ОС (по поведению, изменению внешнего вида, количеству и химическому составу).

ЛИТЕРАТУРА

1. Линдиман, А.В. Мониторинг и фиторемедиация почв, загрязненных тяжелыми металлами / А.В. Линдиман, Ж.Ф. Гессе, Е.В. Барина // Физиологические, психофизиологические, педагогические и экологические проблемы здоровья и здорового образа жизни: сб. ст. VIII Всерос. науч.-практ. конф. студентов, молодых ученых и специалистов, г. Екатеринбург, 27 апреля 2015 г. Екатеринбург: РГППУ, 2015. – С. 100–107.
2. Гиляров, М.С. Зоологический метод диагностики почв. –М.: Наука, 1965. – 281 с.
3. Меженский, В.Н. Растения-индикаторы. –М.: Изд.-во АСТ, 2004 – 80 с.
4. Бубнов, А.Г. Мониторинг динамики показателей риска от употребления родниковых вод как резервных в случае чрезвычайных ситуаций на источниках централизованного водоснабжения [Электронный ресурс] /А.Г. Бубнов, С.А. Буймова, В.Ю. Курочкин, Д.П. Медведев, Ю.Н.Моисеев// Пожарная и аварийная безопасность. Сетевое издание. № 1 (8) – 2018. – С. 153-167. <http://pab.edufire37.ru/wp-content/uploads/2018/03/1-8-2018.pdf>

УДК 614.8

К ВОПРОСУ О ПЕРЕРАБОТКЕ КЛАССИФИКАТОРА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Корнейчук О.Н.

Тихонов М.М., кандидат технических наук, доцент

Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь

Аннотация. В статье рассматривается необходимость внесения изменений в классификацию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Республике Беларусь.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, классификация чрезвычайных ситуаций, инструкция, пороговые значения, классификационные признаки.

REVISING OF THE CLASSIFICATION OF NATURAL AND MAN-MADE EMERGENCIES

Korneichuk O.N.

Tikhonov M.M., PhD, Associate Professor

The Establishment «Scientific and Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations» of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus

Abstract. The article discusses the need to make changes to the classification of natural and man-made emergencies in the Republic of Belarus.

Keywords: emergency situation, classification of emergency situations, instruction, threshold values, classification criteria.

Ежедневно на территории Республики Беларусь происходят различные виды чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС). Под ЧС подразумевается обстановка, сложившаяся на определенной территории в результате промышленной аварии, иной опасной ситуации техногенного характера, катастрофы, опасного природного явления, стихийного или иного бедствия, которые повлекли или могут повлечь за собой человеческие жертвы, причинение вреда здоровью людей или окружающей среде, значительный материальный ущерб и нарушение условий жизнедеятельности людей [1]. В соответствии с СТБ 1429-2003 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий» ЧС по характеру источника делятся на: природные, техногенные, социально-политические и военные [2].

Например, в 2019 году в городах и сельских населенных пунктах Республики Беларусь произошло 6148 ЧС, что на 0,5 % больше по сравнению с 2018 годом (6117), количество погибших на них людей уменьшилось на 6,8 % (2018 г. – 530, 2019 г. – 494). В результате ЧС пострадало 446 человек; прямой материальный ущерб составил 41050,7 тыс. руб.; уничтожено 1305 зданий, 291 единица техники, 4692 тонны кормов, погибло 342 головы скота, 797 птиц [3].

В Республики Беларусь классификация ЧС осуществляется на основании Инструкции о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утвержденной постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 19 февраля 2003 г. № 17 (далее – Инструкция). Данная Инструкция была утверждена на основании Государственной программы обеспечения Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на 2002 - 2006 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 декабря 2001 г. № 1848 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2002 г., № 4, 5/9659), и в целях введения на территории Республики Беларусь единой системы классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [4].

Основой для ее разработки послужил разработанный Классификатор ЧС природного и техногенного характера стран СНГ, принятый решением Межгосударственного совета по чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера стран СНГ от 15 августа 2002 г. № 16.

В настоящее время возникла необходимость переработки данной Инструкции. Вызвана она тем, что с начала ее введения, с учетом как меняющейся нормативной правовой базы, так и возникновением новых угроз, связанных с источниками чрезвычайных ситуаций, не было внесено ни одного изменения. К примеру, необходимо рассмотреть добавление такой чрезвычайной ситуации как ядерная авария в связи с наличием на территории Республики Беларусь атомной электростанции. Кроме того, возникают вопросы, связанные с произошедшими ЧС, которые по своим классификационным признакам не могут быть

отнесены ни к одной из ЧС, либо возникающими противоречиями в классификационных признаках (пороговых значений) Закона [1] и Инструкции, не позволяющими отнести ЧС к определенному уровню.

В качестве примера можно рассмотреть ЧС, произошедшую 24 июня 2020 года в системах централизованного водоснабжения г. Минска, когда на центр оперативного управления учреждения «Минское городское управление МЧС» начали поступать многочисленные сообщения от граждан, проживающих во Фрунзенском и Московском районах г. Минска, о неприятном запахе и об ухудшении качества воды. В результате инцидента были нарушены условия жизнедеятельности 764 000 человек.

В соответствии со ст. 5 Закона данная ЧС относится к республиканской (государственной) чрезвычайной ситуации [1]. Однако согласно Инструкции [4] данный инцидент не был классифицирован как ЧС, так как несоответствие питьевой воды в системе централизованного водоснабжения выявлено по органолептическим показателям.

Только принимая во внимание тот факт, что были значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности населения, произошедшее на объектах и сетях УП «Минскводоканал» квалифицировано как ЧС.

Таким образом, четкая и единообразная классификация необходима для оперативного принятия решений органами, ответственными за защиту от ЧС, для точного исполнения управленческих решений, а также для скоординированной работы всех органов, принимающих участие в защите населения и территории [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь от 5 мая 1998 г. № 141-З «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://belzakon.net/Законодательство/ Закон_РБ/1998/1589 – Дата доступа 06.10.2020.
2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий: СТБ 1429-2003. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://do.ucp.by/file.php/64/STB/STB1429-2003_BCNS_Terminy_i_opredelenija.pdf – Дата доступа 12.10.2020.
3. Проровский, В.М., Обстановка с чрезвычайными ситуациями в Республике Беларусь в 2019 году / М.В. Ходин, Н.Д. Чистяков. // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2020. - № 1(47). – С 24-30.
4. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 19 февраля 2003 г. № 17 «Инструкция о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://belzakon.net/Законодательство/ Постановление_Министерства_по_чрезвычайным_ситуациям_РБ/2003/83716 – Дата доступа 08.10.2020.
5. Устинов, А.А. Современный подход к определению классификационных критериев чрезвычайных ситуаций. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-podhod-k-opredeleniyu-klassifikatsionnyh-kriteriev-chrezvychaynyh-situatsiy/viewer> - Дата доступа 12.10.2020.

РОЛЬ ЯВЛЕНИЯ «ПАРОВОГО ВЗРЫВА» В ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФАХ НА ОБЪЕКТАХ ГИДРО- И ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Кузнецов М.В., доктор химических наук

ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (федеральный центр науки и высоких технологий)
МЧС России

Аннотация. С момента аварий на Чернобыльской АЭС и на Саяно-Шушенской ГЭС в специализированных, научных, научно-популярных и интернет- изданиях, в средствах массовой информации, а также в заключениях государственных и ведомственных комиссий было обнародовано множество различных и, порой, взаимоисключающих друг друга предположений об их причинах. Автор хотел бы предложить вниманию научного сообщества свою версию происхождения и протекания данных катастроф, основанную на особенностях явления «парового взрыва».

Ключевые слова: техногенные катастрофы, объекты гидро- и ядерной энергетики, явление «парового взрыва», режим кипения, новые конструкции ТВЭЛов, кавитационные явления.

THE ROLE OF «STEAM EXPLOSION» PHENOMENON IN THE MAN-MADE DISASTERS AT HYDRO- AND NUCLEAR POWER FACILITIES

Kuznetsov M.V., Grand PhD

All-Russian Research Institute on Problems of Civil Defense and Emergencies of Emergency Control Ministry of Russia (EMERCOM)

Abstract. From the moment of accident at the Chernobyl NPP and at the Sayano-Shushenskaya plant in specialized, scientific, scientific-popular and Internet publications in mass media, as well as in the official conclusions of state and departmental commissions many different and sometimes mutually exclusive assumptions about their causes was published. Authors would like to bring to the attention of the scientific community its consolidated version of the origin and the flow of data disasters and phenomena based on the features of "steam explosion".

Keywords: technogenic disaster, objects of hydro- and nuclear power, the phenomenon of "steam explosion", boiling mode, new designs of fuel Rods, cavitation phenomena.

По поводу причин аварии четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС нет единого мнения специалистов и экспертов, даже по истечению 28-и лет. В официальных заключениях приводятся различные версии события, в частности: несоответствие конструкции реактора нормам безопасности; дефекты конструкции стержней («концевой эффект») и их неправильное положение; некий «скачок мощности» необъяснимой природы; кавитация насосов; упоминается даже локальное землетрясение. Однако, практически, все специалисты сходятся во мнении о том, что разрушающая фаза аварии началась с того, что от перегрева ядерного топлива разрушились тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы). А вот версии о том, какие физические процессы привели к этому разрушению, существенно разнятся. Например, до сих пор дискуссионным остается вопрос о том, произошел ли первоначальный перегрев и разрушение ТВЭЛов из-за резкого возрастания мощности реактора вследствие появления в нем большой положительной реактивности или наоборот, появление положительной реактивности — это следствие разрушения ТВЭЛов, которое произошло по какой-либо другой причине. Причем, сама причина так и не установлена.

Относительно Саяно-Шушенской катастрофы высказывались мнения о, якобы, имевшем место гидроударе или электрогидроударе, об электродинамических ударах различного происхождения, о взрыве масляного трансформатора, о работе станции с перегрузками в 150 и более процентов, в результате чего возник «эффект волчка» и т.д.

Нами рассмотрены альтернативные версии обозначенных техногенных катастроф в ядерных и гидро-энергетических системах, построенные на привлечении механизма явления «парового взрыва» для описания условий возникновения и динамики развития этих масштабных аварийных ситуаций. Отметим, что понятие «паровой взрыв» возникло в науке и инженерной практике более полутора столетий назад с наступления века паровых двигателей: перегретая водная среда в котле, работающем при высоком давлении, в случае аварийного сброса давления мгновенно вскипала, что приводило к формированию разрушающей аппарат ударной волны, сопровождавшейся к тому же трагическими последствиями. Иными словами, эти события в энергоустановках были одними из первых техногенных катастроф в истории Человечества. Близкую в физическом отношении схему мы рассматриваем для описания катастроф взрывного характера в современных энергетических системах в рамках парогазовой детонационной концепции.

Для описания механизма, условий инициирования и динамики развития Чернобыльской катастрофы мы привлекаем созданные нами ранее теоретические представления об автоволновом механизме возникновения «кризиса кипения» в ответ на случайно образовавшееся на поверхности тепловыделяющего элемента (ТВЭЛа) локальное тепловое возмущение. Понятие «кризиса кипения» хорошо известно всем, кто занимается разработкой и проектированием атомных энергетических паропроизводящих станций (например, реакторов типа РБМК). Мы показали, что однородный, стационарный режим кипения может быть неустойчив, и для развития «кризиса» кипения достаточно появление локального перегрева на ТВЭЛе с последующим самопроизвольным распространением аварийной волны пленочного режима по всей его поверхности (процесс, аналогичный волнам горения). На основе развитых представлений предложена новая структура загрузки топлива в ТВЭЛ, которая позволит не только поднять уровень безопасности ядерного энергетического реактора, но и увеличить съем мощности с единицы массы ядерного топлива.

Рассматривается наиболее опасный с точки зрения возможности возникновения аварийной ситуации режим перехода от однофазной конвективной передачи тепла от поверхности ТВЭЛа (зона недогретой до температуры кипения рабочей водной среды) к режиму приповерхностного кипения. Наша концепция построена на утверждении о том, что ударные воздействия (кавитационные явления при кипении) являются следствием взрывной приповерхностной парогенерации, т.е. реализуются на стадии циклически повторяющихся на поверхности ТВЭЛов паровых взрывов. В этой связи следует заметить, что согласно экспертному заключению специалистов НИКИЭТ, проводивших расчеты в период работы экспертных комиссий на Чернобыльской АЭС, «детальные исследования кавитационных явлений не выполнялись», т.е. анализ роли кавитационного фактора в Чернобыльской катастрофе остался вне рассмотрения экспертов.

Относительно катастрофы на Саяно-Шушенской ГЭС (как уже упоминалось выше) высказывались мнения о, якобы, имевшем место гидроударе или электрогидроударе, об электродинамических ударах различного происхождения, о взрыве масляного трансформатора, о работе станции с перегрузками в 150 и более процентов, в результате чего возник «эффект волчка» и т.д. К настоящему времени различными экспертами и специалистами предложена масса версий происхождения и развития катастрофической ситуации, имевшей место на Саяно-Шушенской ГЭС 17 августа 2009 г. Опубликованы официальные доклады государственных и ведомственных комиссий. Однако, с учетом предлагаемой нами версии «парового взрыва» ни одна из комиссий или групп специалистов данную проблему не рассматривала. Наша версия возникновения катастрофических явлений, которые привели к разрушениям на Саяно-Шушенской ГЭС, основана на механизме

взрывного объемного вскипания воды («паровой взрыв»!) в вакуумных зонах высокоскоростной турбулентности или в канале электрического разряда (в экспертных заключениях рассматривается сценарий возникновения электрического разряда большой мощности). Процессы такого рода связаны с возникновением по механизму «парового взрыва» разрушающей ударной волны, сопровождающейся кавитационными явлениями в жидкостях. Следует отметить, что наличие кавитационных разрушений лопастей турбинных колес отмечалось практически всеми комиссиями, проверявшими в разные годы техническое состояние СШ ГЭС:

- согласно Акту приемки из капитального ремонта гидроагрегата ст. № 2 СШ ГЭС от 20.12.2000 г. «При капитальном ремонте рабочего колеса были обнаружены: кавитационные разрушения тыльной стороны лопастей в районе входной кромки глубиной до 12 мм; трещины в верхней части выходной кромки лопасти № 1 длиной 130 мм, лопасти № 7 - 100 мм».

- согласно приложению №12 к Акту Центральной комиссии по приемке в эксплуатацию Саяно-Шушенского гидроэнергетического комплекса о состоянии гидротурбин СШ ГЭС типа РО-230/833-67, изготовленных на ПО ЛМЗ. «После наработки, в среднем 50 тыс. часов, объемы ремонтных работ увеличились значительно. Так, при наработке в среднем 9-10 тыс. часов выполняются массовые и регулярные работы по заварке трещин на лопастях рабочих колес».

- согласно Акту проверки качества капитального ремонта (с 29.09.2005 по 29.12.2005) по типовой номенклатуре гидроагрегата станционного №2 ОАО «Саяно-Шушенская ГЭС имени П.С. Непорожного». «По рабочему колесу выполнены следующие работы: устранение кавитационных разрушений лопастей РК согласно технологии ПО ЛМЗ № 477 ОГсв электродами ЦЛ-11; контроль и подгонка входных кромок лопастей РК к расчетной по шаблону» и т.д.

Приведенные материалы экспертных заключений следует рассматривать как дополнительные основания для утверждения о справедливости вывода о роли кавитационных явлений и механизма «парового взрыва» в Саяно-Шушенской катастрофе. Предлагаемое нами объяснение основано на понимании процессов взрывного характера, сопровождающих фазовый распад жидких средах и не связанных с действием, например, каких-либо штатных ВВ. Рассматриваемая версия базируется на результатах исследования явления, названного, как упоминалось выше, «детонационным кипением». Занимаясь проблемами возникновения аварийных ситуаций в паропроизводящих энергетических установках (в первую очередь – ядерных), нам пришлось разбираться в природе кавитационных процессов в жидкостях. Мы пришли к заключению о том, что кавитация представляет собой детонационное явление, которое связано с взрывным вскипанием жидкости. Применительно к Саяно-Шушенскому событию еще раз отметим, что ударная волна возникает на стадии катастрофически быстрого вскипания жидкости при образовании вакуумной каверны или в страте электрического разряда, но не в процессе, как считалось ранее, схлопывания парового пузыря. Согласно Акту расследования причин аварии на СШ ГЭС: «По материалам протоколов опроса оперативного персонала и трендов по ГА-2 установлено, что 17.08.2009 в 8 ч. 13 мин. местного времени персонал, находившийся в машинном зале, услышал громкий хлопок в районе гидроагрегата № 2 и увидел выброс столба воды». Природа появления данного «хлопка» так до конца и не выяснена даже в результате работы государственной комиссии. Все выводы по данному поводу находятся на уровне предположений. По нашему мнению, «хлопок» представлял собой именно паровой взрыв, обусловленный вышеприведенными причинами. Таким образом, в описываемом процессе обычная вода может выступать в роли взрывчатого вещества.

Все приведенные выше соображения позволяют считать гипотезу о влиянии явления «парового взрыва» на формирование катастрофических условий возникновения аварийных ситуаций на объектах гидро- и ядерной энергетики равноправной, наряду с другими гипотезами, и требующей дополнительного всестороннего экспериментального анализа.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ

Курепин В.Н.

Николаевский национальный аграрный университет

Аннотация. Систематизация приоритетных задач органов местного самоуправления, предприятий, учреждений и организаций независимо от форм собственности, направленных на эффективную реализацию государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, предотвращения и оперативного реагирования на них. Это позволит составлять и реализовывать научно обоснованные комплексные программы обеспечения безопасного социально-экономического развития объектов и общественных территорий.

Ключевые слова: обеспечение общественной безопасности, система гражданской защиты, правительство, чрезвычайные ситуации, жизненная сфера.

PUBLIC ADMINISTRATION IN THE FIELD OF CIVIL PROTECTION AND LIFE SECURITY IN THE CONDITIONS OF LOCAL GOVERNMENT REFORM

Kurepin V.N.

Abstract. Systematization of priority tasks of local governments, enterprises, institutions and organizations regardless of ownership, aimed at effective implementation of state policy in the field of protection of the population and territories from emergencies of man-made and natural nature, prevention and rapid response to them. This will allow to compile and implement scientifically based comprehensive programs to ensure the safe socio-economic development of facilities and public areas.

Keywords: public safety, civil protection system, government, emergencies, sphere of life.

Стратегия социально-экономического развития Украины определяет необходимость защиты населения от чрезвычайных ситуаций, как одно из важнейших направлений реализации государственной политики на современном этапе, осуществляемой системой гражданской защиты [1]. Главной задачей гражданской защиты объектов Корабельного района г. Николаева является разработка конкретных задач и мероприятий по реализации государственной политики, направленной на обеспечение безопасности, защиты населения и территорий, материальных и культурных ценностей, окружающей среды от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера в мирное время и в особый период.

Основные усилия в реализации главной задачи сосредотачиваются на: обеспечении готовности к действиям органов управления силами гражданской защиты администрации Корабельного района Николаевского городского совета (городское звено Николаевской территориальной подсистемы единой государственной системы гражданской защиты (ГЗ)); проведении предупредительных мероприятий по защите населения, техногенной и пожарной безопасности, с целью снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и уменьшения человеческих и материальных потерь; развития созданного потенциала средств защиты населения, накопления материальных резервов, предназначенных для предупреждения и ликвидации ЧС; разработке и осуществлении мероприятий, направленных на безаварийное функционирование потенциально опасных объектов, систем жизнеобеспечения Корабельного района. Николаева.

Одной из приоритетных задач органов местного самоуправления, предприятий, учреждений и организаций независимо от форм собственности и подчинения является

выполнение мероприятий, направленных на эффективную реализацию государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, предотвращения и оперативного реагирования на них[2].

Приоритетным направлением реализации государственной политики в создании условий безопасной жизнедеятельности населения Корабельного района города Николаева, является координация и обеспечение действий органов управления и сил ГЗ всех уровней во время реагирования на ЧС или угрозе ее возникновения на территории Корабельного района. Координационными органами в сфере реализации государственной политики на территории Корабельного района является комиссия по вопросам техногенно-экологической безопасности и чрезвычайных ситуаций Корабельного района г. Николаева и сектор по вопросам чрезвычайных ситуаций и гражданской защиты населения в Корабельном районе Управления по вопросам чрезвычайных ситуаций и гражданской защиты населения Николаевского городского совета, который обеспечивает:

- осуществление мероприятий гражданской защиты на территории Корабельного района г. Николаева;

- выполнения задач органами управления силами гражданской защиты администрации Корабельного района Николаевского городского совета (городского звена Николаевской территориальной подсистемы единой государственной системы гражданской защиты).

С целью обеспечения выполнения требований Кодекса гражданской защиты Украины, актов Президента Украины, Кабинета Министров Украины, Положения об администрации Корабельного района Николаевского городского совета, утвержденного решением Николаевского городского совета от 23.02.2017 № 16/32 других распорядительных документов в сфере гражданской защиты органы управления и сил ГЗ всех уровней во время реагирования на ЧС или угрозе ее возникновения на территории Корабельного района должны своевременно обеспечить: реализацию планов мероприятий в сфере гражданской защиты, в частности, направленных на защиту населения и территорий от ЧС и предотвращения их возникновения; техногенную и пожарную безопасность [4]; разработку на соответствующей территории мер, направленных на обеспечение устойчивого функционирования субъектов хозяйствования в особый период.

Среди существующих опасностей для Корабельного района наиболее значительный удельный вес имеют природные и техногенные чрезвычайные ситуации. Через устойчивый характер, они могут быть причиной возникновения и развития целого ряда других угроз в важных сферах жизнедеятельности района и усложнять таким образом решения острых проблем, как на региональном так и на местном уровне. Поэтому подготовка органов управления и сил гражданской защиты приобретает решающее значение [3].

В соответствии с требованиями Постановления Кабинета Министров Украины от 26.06.2013 № 443 «Об утверждении Порядка подготовки к действиям по назначению органов управления и сил гражданской защиты», Постановления Кабинета Министров Украины от 26.06.2013 № 444 «Порядок осуществления обучения населения действиям в чрезвычайных ситуациях» в районе постоянно организуется проведение подготовки органов управления и сил гражданской защиты, обучение лиц руководящего состава и специалистов, деятельность которых связана с организацией и осуществлением мероприятий по вопросам гражданской защиты предприятий, учреждений и организаций. Эта подготовка осуществляется в сети подразделений учебно-методического центра гражданской защиты и безопасности жизнедеятельности Николаевской области.

Механизм государственного управления позволяет реализовать конкретные направления государственной политики, в соответствии со сферами общественной деятельности. Следует отметить, что органами исполнительной власти и местного самоуправления Корабельного района постоянно проводятся мероприятия, направленные на реализацию государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, создаются надлежащие условия безопасной жизнедеятельности населения.

Одним из важных механизмов государственного управления является правовой механизм, состоящий из совокупности правовых средств, с помощью которых поведение субъектов приводится в соответствие с требованиями, содержащихся в нормах права [5]. Это является необходимым условием функционирования деятельности государственных органов власти Корабельного района города Николаева [5]. Именно государства, как аппарат власти формирует правовое пространство с помощью которого осуществляется государственная политика в сфере обеспечения функционирования государственной системы по предупреждению и реагированию на ЧС; обеспечения безопасности населения и окружающей среды, предупреждения и ликвидации ЧС; повышения устойчивости функционирования объектов в ЧС; материально-технического и финансового обеспечения, создания чрезвычайных резервных фондов; государственного надзора и контроля за выполнением мероприятий по обеспечению безопасности населения и территорий от аварий и катастроф природного и техногенного характера.

Таким образом, разработка и применение указанных и других видов механизмов государственного управления в сфере ГЗ в сочетании с возможностями, которые вытекают из требований нормативной правовой системы, состояния экономики, создают базу для эффективного функционирования системы защиты населения и территорий от ЧС, позволяют составлять и реализовывать научно обоснованные комплексные программы обеспечения безопасного социально-экономического развития объектов и территорий, в том числе и Корабельного района. Николаева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс гражданской защиты Украины от 2 окт. 2012 № 5403-VI. Офиц. Рос. Украина. 2012. № 89. Ст. 3589.
2. Постановление Кабинета Министров Украины № 120 от 25.04.2014 «Вопросы направления и координации Государственной службы по чрезвычайным ситуациям»
3. Kurepin, V. & Kurepin, D. (2020). Public administration in the field of civil protection and security of life in the conditions of local self-government reform and decentralization of power. *Modern Economics*, 19(2020), 94-100. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V19\(2020\)-16](https://doi.org/10.31521/modecon.V19(2020)-16).
4. Указ Президента Украины № 47/2003 «О мерах по совершенствованию государственного управления в сфере пожарной безопасности, защиты населения и территорий от последствий чрезвычайных ситуаций»
5. Курепін В. М. Розвиток аграрного сектору економіки України через забезпечення безпеки на виробництві / В. М. Курепін // Соціально-економічна політика та адміністрування у сфері регіонального розвитку України : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Миколаїв, 3-5 квітня 2019 р. – Миколаїв : МНАУ, 2019. – С. 109 – 112.

УДК 621.384.327

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Курская Т.Н., кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Обеспечение оперативного контроля важных для безопасной эксплуатации параметров технологических установок, в частности, температуры на промышленных объектах осуществляется автоматизированными системами термоконтроля. Оснащенность предприятий энергетической, коксохимической, нефтеперерабатывающей и металлургической промышленности развитыми системами термоконтроля дает возможность получать полную и точную информацию о конкретном технологическом процессе, что позволяет повысить точность моделирования различных режимов технологических процессов эксплуатируемых установок и перспективных разработок [1-4].

Эксплуатация существующих реакторных установок (РУ) и ведущиеся разработки новых проектов требуют обоснования уровня их безопасности [1,2]. Особо важное значение для безопасной эксплуатации РУ имеет повышение точности внутриреакторных измерений температуры, которые используются для расчета удельной мощности, снимаемой с реактора, и других теплофизических характеристик работы РУ.

Температура является одним из основных параметров, характеризующих протекание технологических процессов, может служить показателем состояния технологического оборудования [3,4] и основой обеспечения безопасности работы атомных станций (АЭС) в целом. Необходимость достоверного измерения [5,6], а также максимально оперативного и точного реагирования обуславливает необходимость уделять особое внимание выбору, монтажу и эксплуатации датчиков температуры.

Эксплуатация существующих реакторных установок (РУ) и ведущиеся разработки новых проектов требуют обоснования уровня их безопасности [5,6]. Особо важное значение для безопасной эксплуатации РУ имеет повышение точности внутриреакторных измерений температуры, которые используются для расчета удельной мощности, снимаемой с реактора, и других теплофизических характеристик работы РУ.

С точки зрения надежности автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) термоэлектрические преобразователи (ТП) являются частью системы и их отказы или ошибки в конечном итоге приведут к отказам или ошибкам АСУ ТП в целом [91–93]. Наиболее опасными являются ошибки термодатчиков и отказы последних в тех случаях, когда не предусмотрено резервирование датчиков. Статистические данные [1–3] показывают, что до 15 % аварий энергетического оборудования происходит по причине выхода из строя измерительных преобразователей (в том числе, датчиков температуры).

Анализ существующих систем термоконтроля, применяемых на объектах повышенной степени риска, показал, что требования к точности измерений температуры очень высоки и не всегда могут быть достигнуты применением выпускаемых в настоящее время СИТ [2,4].

Выпускаемые серийные датчики (ПИП) имеют определенный первоначальный разброс градуировочных характеристик, а приобретенная в процессе эксплуатации термоэлектрическая неоднородность термоэлектродов вызывает значительные погрешности измерений, превосходящие допускаемые погрешности вторичной измерительной аппаратуры [3,4]. Соответственно, повышение метрологических характеристик вторичной измерительной аппаратуры не позволяет существенно повысить точность измерения температуры в целом. Эксплуатация существующих ПИП, установленных в труднодоступных зонах на объектах повышенной степени риска, в условиях высоких температур, реакторного излучения и других агрессивных факторов, также приводит к увеличению термоэлектрической неоднородности, которая вызывает значительный разброс номинально-статической характеристики (НСХ) термодатчиков. Ресурс конструктивных элементов, используемых в измерительных системах различных технологических процессов, в несколько раз превышает ресурс ПИП, что обуславливает необходимость модернизации систем термоконтроля.

Таким образом, повышение точности метрологических характеристик систем термоконтроля существующими методами не позволяет значительно снизить погрешности измерений и исключить необходимость проведения проверок ее компонентов [5,6]. Также не решена проблема контроля метрологических характеристик ПИП, расположенных в труднодоступных зонах, в период эксплуатации, что особенно важно для объектов повышенной степени риска. Бездемонтажная поверка средств измерительной техники (СИТ) является очень актуальной задачей для сложных технических систем современного производства [7].

Среди основных причин, отрицательно сказывающихся на качестве температурных измерений можно выделить следующие:

- заклинивание термопреобразователей из-за попадания в каналы термоконтроля и выпаривания там борной кислоты;

- охрупчивание рабочих концов термопреобразователей;
- деградация материала термоэлектродов под воздействием ионизирующего излучения;
- несовершенство метрологического обеспечения в условиях эксплуатации (практическая невозможность демонтажа ПИП в ходе эксплуатации для периодической поверки или ремонта);
- недостаточное совершенство конструкций, технологий, методов испытаний и контроля.

С учетом вышесказанного возникает необходимость в разработке измерительной системы, пригодной для поверки (калибровки) и оценки стабильности преобразователей непосредственно на измерительных позициях, построение системы внутризонного контроля с автоматической коррекцией рабочих сигналов ПИП.

Наиболее эффективно проблему повышения точности и достоверности температурных измерений в период эксплуатации можно решить применением структурных методов [5-7]. Сущность этих методов состоит в применении самокалибрующихся датчиков, представляющих собой систему, предназначенную для коррекции температурных измерений. В своем составе СДТ имеет многофазовую систему (калибратор температуры, содержащий несколько реперных металлов и позволяющий точно воспроизводить известные значения температуры) и ПИП. Данный подход является оптимальным, так как позволит осуществлять:

- градуировку ПИП без демонтажа, что особенно актуально для труднодоступных зон;
- поверку (калибровку) не только ПИП, а и всего ИК;
- корректировку показаний дублирующих ПИП по СДТ.

Конструкция «самокалибрующийся датчик» предполагает наличие миниатюрного калибратора и первичного преобразователя. Многие технологические процессы характеризуются стационарным распределением температурного поля, в связи с чем возникает необходимость дополнительного размещения нагревательного элемента в СДТ. Нагреватель должен обеспечивать выход и поддержание в течение требуемого времени заданной температуры плавления (затвердевания) реперного металла. По характерным изменениям термо-э.д.с. в области плавления (затвердевания) реперного металла могут быть получены необходимые калибровочные значения для ПИП или измерительного канала.

При использовании данного структурного метода в системах термоконтроля необходимо обеспечить:

- стабильность СДТ при температурных циклах значительно выше температуры фазовых переходов;
- оптимальную конструкцию СДТ, позволяющую встраивать его в стандартные диагностические окна систем термоконтроля;
- доступность реперного вещества необходимой чистоты ($> 99,99\%$) с температурой фазового перехода вблизи рабочей температуры контролируемой среды.

На рисунке 1 представлена экспериментальный образец СДТ на основе двух металлов с нагревателем.

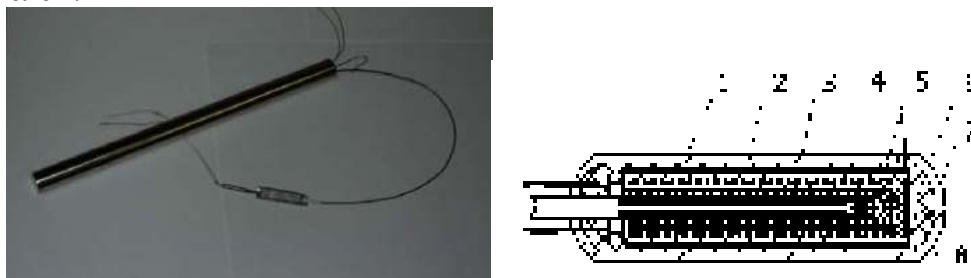


Рисунок 1 СДТ на основе двух реперных металлов (олово и цинк) с нагревателем:

- 1 – управляемый нагревательный элемент; 2 и 3 – реперные металлы; 4 – первичный измерительный преобразователь (ПИП); 5 – тигли, выполненные из окиси алюминия (Al_2O_3); 6 – порошок окиси магния; 7 – металлический корпус, 8 – платиновый терморезистор.

Теоретический расчет показателя тепловой инерции СДТ на основе Al_2O_3 с двумя реперными металлами составил порядка 20 с, что позволит использовать его в качестве измерителя температуры в пассивном режиме. Минимальная мощность нагревателя составила 322 Вт. Практическая реализация СДТ показала возможность создания датчиков на основе одного и двух реперных металлов. На основе анализа физических и механических характеристик выбраны наиболее приемлемые материалы для их исполнения.

СДТ, установленные в труднодоступных местах на объектах повышенной степени риска, позволят повысить безопасность и надежность температурных измерений путем бездемонтажной оценки достоверности показаний термоэлектрических преобразователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В.Б., Федик И.И., Денискин В.П. Основные проблемы температурных измерений в атомной промышленности // Приборы и автоматизации. – 2002. - №3(21). – С.6.
2. Балашов С.И., Брагин В.А., Гудков В.И. Электронная измерительная аппаратура системы внутриреакторного контроля / В.Б. Иванов, И.И. Федик, В.П. Денискин // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Ядерное приборостроение. – 1980. – Выпуск 2-3. - С. 112.
3. Беленький А.М., Бердышев В.Ф., Найденов Р.Э. Проблемы измерения температуры в металлургии / А.М. Беленький, В.Ф. Бердышев, Р.Э. Найденов // Приборы. – 2002. – №3(21). – С.15.
4. Сплавы для термопар: справочник / [авт. - И.Л. Розельберг и др.]. – М.: «Металлургия», 1983. – 360 с.
5. Олейников П.П. О метрологическом обеспечении высокотемпературных измерений / П.П. Олейников, В.Б. Пампура Приборы и автоматизация. – 2002. – №12(30). - С.37.
6. Денискин В.П. Предложения по развитию методов и средств температурных измерений для предприятий атомной отрасли / В.П. Денискин, В.И. Наливаев, П.П. Олейников // Ядерные измерительно-информационные технологии. – 2003. – №3(7). – С.55.
7. Саченко А.А. Измерение температуры датчиками со встроенными калибраторами / А.А. Саченко, В.Ю. Мильченко, В.В. Кочан – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 96 с.

УДК 622.243.23

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО И ГАЗОРАЗРЯДНОГО ДЕТЕКТОРОВ ГАММА ИЗЛУЧЕНИЯ

Линкевич Е.С., Павкина В.Н.

Пинчук А.И., кандидат физико-математических наук, доцент

Брестский государственный технический университет

Аннотация. Установлено, что время замера эквивалентной дозы с применением внешнего сцинтилляционного детектора в десятки раз меньше чем с использованием встроенного в дозиметр-радиометр газоразрядного детектора при сопоставимой погрешности измерения.

Ключевые слова: газоразрядный и сцинтилляционный детекторы, эквивалентная доза, время и погрешность замера.

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF SCINTHILLATION AND GAS DISCHARGE DETECTORS OF GAMMA RADIATION

Linkevich E.S., Pavkina V.N.

Pinchuk A.I., PhD in Physics Sciences, Associate Professor

Abstract. It was found that the time for measuring the equivalent dose using an external scintillation detector is tens of times less than using a gas-discharge detector built into the dosimeter-radiometer with a comparable measurement error.

Keywords: gas discharge and scintillation detectors, equivalent dose, measurement time, measurement error.

Как известно, наиболее обширную группу электронных детекторов гамма-излучения составляют ионизационные детекторы, в частности, газоразрядный и сцинтилляционный, основанные на ионизации молекул и атомов, производимой первичными или вторичными заряженными частицами [1].

Сцинтилляционный счетчик состоит из вещества, способного люминесцировать под действием заряженных частиц (сцинтиллятора). Сцинтилляционный метод измерения энергетического спектра ионизирующих излучений основан на анализе световых вспышек возникающих в сцинтилляторах при взаимодействии излучения с этими веществами [2]. К настоящему времени получено много веществ, обладающих сцинтиллирующими свойствами. По химическому составу их можно разделить на органические и неорганические, по физическому состоянию – на твердые (кристаллические и пластмассовые), жидкие и газообразные. Другая важная особенность – пропорциональность между интенсивностью вспышки и энергией, потерянной ионизирующей частицей или квантом в сцинтилляторе. Это дает возможность измерять энергию частицы.

В газоразрядном детекторе (счетчике Гейгера-Мюллера) метод регистрации радиоактивных частиц основан на измерении ионизационного эффекта, возникающего в чувствительном объеме детектора при взаимодействии с ним ионизирующего излучения. Чувствительный объем ионизационной камеры наполняется рабочим газом, состоящим из инертного газа (обычно аргона) с добавлением нескольких процентов многоатомного газа (в основном метана). Недостатком счетчиков Гейгера-Мюллера является невозможность измерять энергию частицы.

В нашей работе для проведения замеров эквивалентной дозы с внешним сцинтилляционным детектором и встроенным в блок обработки информации газоразрядным детектором использовался дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М [3]. На рис. 1 показан общий вид этого дозиметра с внешним блоком детектирования.



Рис. 1. Вид дозиметра-радиометра МКС-АТ1117М с внешним блоком детектирования БДКГ-05

Прибор предназначен для измерений:

- амбиентного эквивалента дозы и мощности амбиентного эквивалента дозы рентгеновского и гамма-излучения;
- поверхностной активности и числа распадов на 1 см^2 радионуклида ^{239}Pu и радионуклида $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$.

Прибор относится к носимым средствам измерений и может эксплуатироваться в лабораторных и полевых условиях службами радиационной безопасности предприятий и организаций для контроля радиационной обстановки и уровней облучения персонала при обращении с источниками ионизирующего излучения.

Ставилась задача сравнить показания мощности эквивалентной дозы полученной на одной локации с использованием встроенного в блок обработки информации газоразрядного детектора и с использованием внешнего блока детектирования на основе сцинтилляционного детектора. Во втором случае газоразрядный детектор автоматически отключается от блока обработки информации.

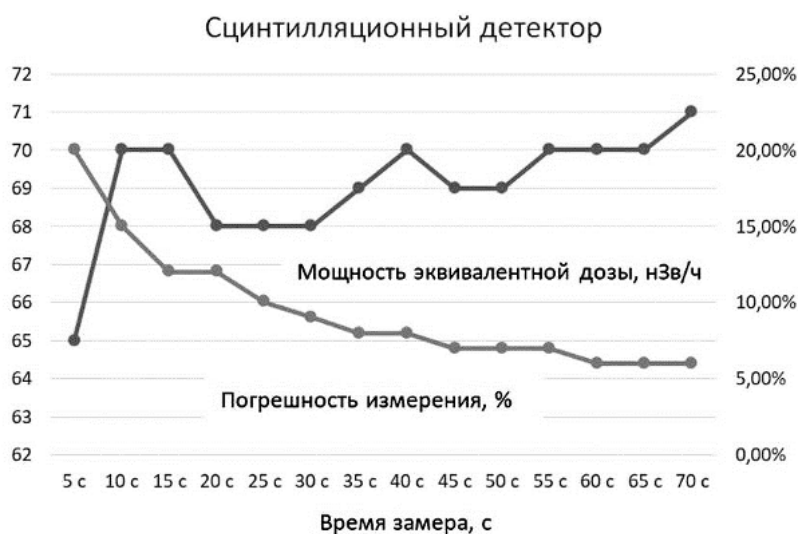


Рис. 2. Характеристики дозиметра-радиометра МКС-АТ1117 с внешним блоком детектирования

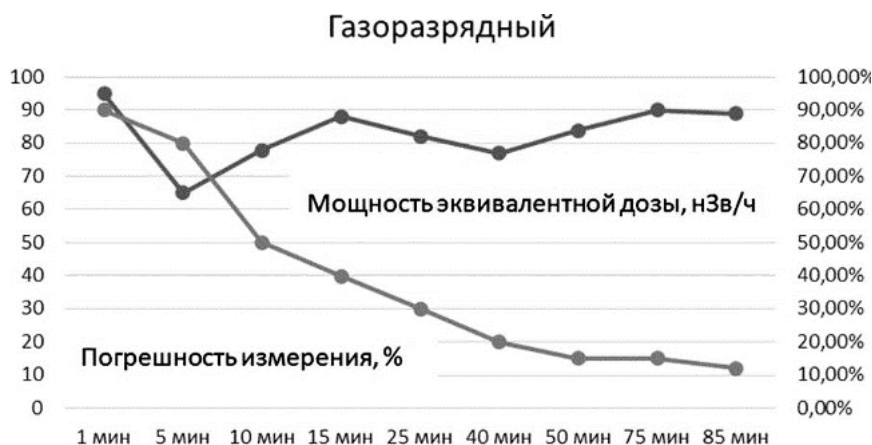


Рис. 3. Характеристики дозиметра-радиометра МКС-АТ1117 с внутренним блоком детектирования

Из рассмотрения графиков следует, что использование внешнего высокоточного блока детектирования на основе сцинтилляционного детектора (кристалл NaI(Tl)) значительно (в десятки раз) увеличивает скорость замера мощности эквивалентной дозы при сопоставимых показателях погрешности измерений. Обнаруженная нами столь существенная

разность во времени замера может быть объяснена следующим образом. Эффективность регистрации заряженных частиц счетчиками Гейгера-Мюллера близка к 100%. Эффективность же всех регистрации газоразрядных счетчиков по гамма-квантов не превышает 1–3 %. Для газоразрядных счетчиков характерно невысокое временное разрешение (порядка 10^{-6} с), большое время восстановления их чувствительности (порядка 10^{-4} – 10^{-3} с). Последнее определяется временем дрейфа к катоду положительных ионов, возникающих при ионизации частиц газа.

Сцинтилляционный счетчик, помимо сцинтиллятора, состоит из фотоумножителя (ФЭУ) – прибора обладающего весьма большой чувствительностью и очень большим быстродействием. Фотоны, возникающие в результате вспышек (сцинтилляций), попадают на катод ФЭУ, выбивают из него фотоэлектроны, в результате чего на катоде возникает электрический импульс, который далее усиливается и регистрируется. Высокая чувствительность достигается тем, что в ФЭУ устанавливается до 10–20 эмиттеров (динодов) из специально обработанного материала. В результате достигается большой коэффициент усиления (10^6 – 10^8), малое время восстановления (около 10^{-8} с) при высокой его стабильности, высокое временное разрешение (около 10^{-9} с).

Благодаря высокой чувствительности и скорости действия сцинтилляционный метод детектирования получил широкое распространение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Общий курс физики : в 5 т. / Д. В. Сивухин – учеб. пособие : для вузов. – 2-е изд., стереот. – М. : Физматлит, Изд-во МФТИ, 2002. – т. 5. Атомная и ядерная физика – 784 с.
2. Брегадзе Ю.И. Прикладная метрология ионизирующих излучений / Ю.И. Брегадзе, Э.К. Степанов, В.П. Ярына. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 264 с.
3. Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://atomtex.com/ru/dozimetry-radiometry/dozimetr-radiometr-mks-atl117m>. – Дата доступа: 24.02.2021.

УДК [502.51(282.02):556.3.01]:574.24

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОТЕСТОВОГО И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

Лузева Ю.С.¹, Зиновьева В.В.¹, Буймова С.А.¹, Бубнов А.Г.^{1,2}, Моисеев Ю.Н.²

Буймова С.А.¹, кандидат химических наук, доцент

¹ Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново, Россия

² Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия

Аннотация. Проведена оценка уровня токсичности родниковых вод, а также воды из системы водопровода в городах Иваново и Кохма Ивановской области с помощью методов биотестирования с применением ракообразных *Daphnia Magna* в качестве тест-организмов. Определен химический состав родниковой воды (как альтернативного источника питьевого водоснабжения в случае ЧС) с применением физико-химических методов исследования.

Ключевые слова: биотестирование, родниковая вода, химический анализ, природная экосистема.

ASSESSMENT OF THE STATE OF SPRING WATERS USING BIOTEST AND PHYSICO-CHEMICAL METHODS OF ANALYSIS

Luzeva Yu.S.¹, Zinoveva V.V.¹, Buymova S.A.¹, Bubnov A.G.^{1,2}, Moiseev Yu. N.²

Buymova S.A.¹, PhD, Associate Professor

Abstract. The assessment of the toxicity level of spring waters, as well as water from the water supply system in the cities of Ivanovo and Kokhma, Ivanovo region, was carried out using biotesting methods using crustaceans *Daphnia Magna* as test organisms. The chemical composition of spring water (as an alternative source of drinking water supply in case of emergency) has been determined using physicochemical research methods.

Keywords: biotesting, spring water, chemical analysis, natural ecosystem.

Возрастающая техногенная нагрузка в городах и крупных промышленных центрах влечет за собой увеличение вероятности возникновения аварийных ситуаций и ЧС техногенного характера. Антропогенный фактор, в большинстве случаев, является причиной возникновения аварий, влекущих за собой экологические проблемы, связанные с негативным воздействием на объекты окружающей природной среды. При возникновении проблем с подачей населению питьевой воды из централизованных систем водоснабжения, альтернативным источником могут стать родники, расположенные на территории или вблизи населенных пунктов.

Поскольку любая водная экосистема имеет сложную структуру подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов, оценка степени загрязнения водного объекта по поведению живых организмов позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения. В природных водах (включая подземные), как правило, присутствует целый ряд поллютантов, то необходимо иметь данные о возможном неблагоприятном токсическом действии как обнаруженных, так и неидентифицированных компонентов. В связи с этим целью работы являлся анализ состояния родниковых вод с применением физико-химических методов и биотестового анализа.

В работе биотестирование проводилось на основе анализа гибели ракообразных *Daphnia Magna* [1]. Отметим, что *Daphnia Magna* широко распространены в природе, легко культивируются и обладают высокой чувствительностью к токсикантам различной природы [2]. Методика биотестирования рекомендована органами Росприроднадзора для анализа сточных, поверхностных и подземных вод, донных отложений, а также водных растворов отдельных веществ и их смесей [1, 3]. Представленный метод позволяет установить наличие или отсутствие острой летальной и хронической токсичности воды.

Для анализа были отобраны пробы воды из трех родников, расположенных в городах Иваново и Кохма, а также параллельно анализировалась вода из централизованной системы водопровода г. Иваново. Для анализа использовались *Daphnia Magna* третьего поколения в возрасте до 24 ч. Продолжительность биотестирования составляла 96 ч, начальная посадка *Daphnia Magna* – 10 шт. В каждом опыте в течение определенного времени подсчитывалось количество выживших особей [3]. Пробы родниковой воды отбирались в переходный период года (июне и сентябре 2020 г.), т.е. в период интенсивных атмосферных выпадений. Пригодность культуры к биотестированию определялась чувствительностью тест-организмов к стандартному токсиканту ($K_2Cr_2O_7$). С этой целью было установлено среднее значение величины летального времени – ЛТ₅₀, которое находилось в пределах 24 ч.

Результаты биотестирования считаются достоверными, если гибель тест-организмов в контрольной пробе за весь период наблюдений не превышает 10 %. Это условие выполнялось. Результаты исследований проб родниковой и водопроводной воды представлены на рис. 1.

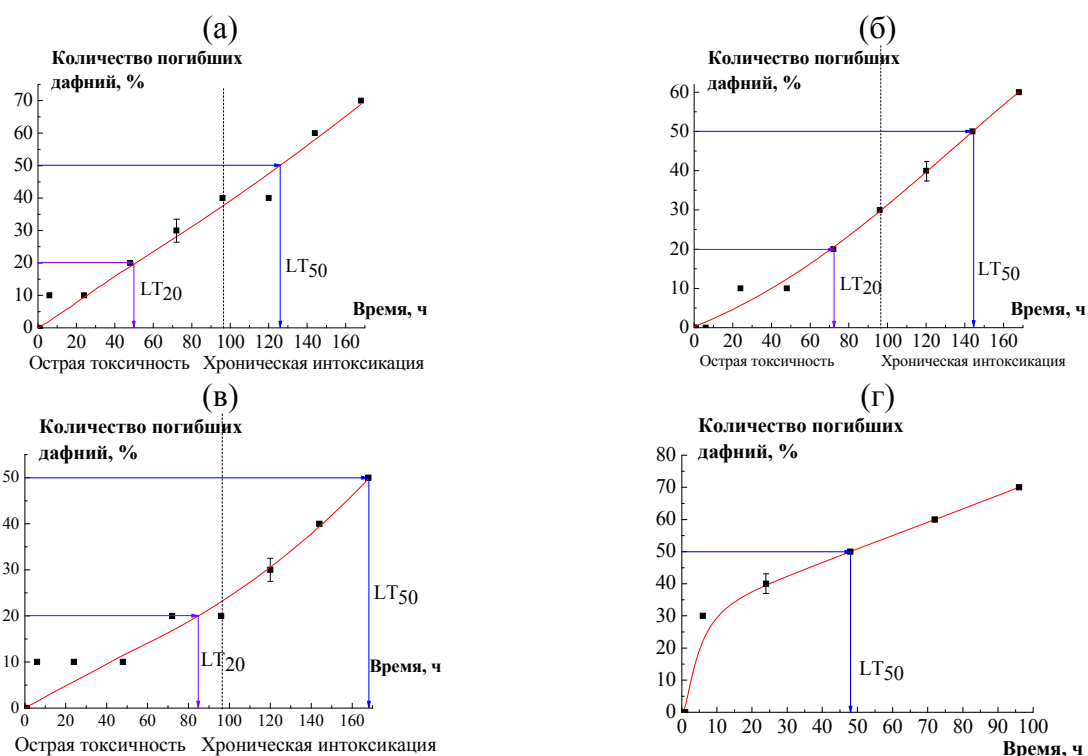


Рис. 1. Зависимость количества погибших дафний от времени при биотестировании родниковой воды из природных источников: г. Иваново (район городского бассейна – а), г. Кохма (б), г. Иваново (парк отдыха – в) и водопроводной воды (г)

Результаты эксперимента показали, что пробы водопроводной воды обладают острым токсическим действием на тест-организмы, а для проб родниковой воды характерно наличие хронической интоксикации.

На основании полученных данных можно провести ранжирование источников родниковой воды по уровню токсического эффекта (в порядке снижения): водопроводная вода г. Иваново → родник г. Кохма → родник г. Иваново (район городского бассейна) → родник г. Иваново (парк отдыха).

Для определения возможных причин гибели тест-организмов и идентификации поллютантов, содержащихся в пробах воды, в работе проводился анализ состояния исследованных образцов вод с применением физико-химических методов исследования. Контроль качества воды осуществлялся по следующим показателям: 1) органолептическим: запах, привкус, цветность, мутность; 2) обобщенным: pH, ХПК_{KMnO4}, жесткость, общая минерализация, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ); 3) содержанию анионов: SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- ; 4) содержанию катионов: NH_4^+ , Pb^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} а также общее содержание $\text{Cu}_{\text{общ}}$, $\text{Fe}_{\text{общ}}$, $\text{Mn}_{\text{общ}}$, $\text{Cr}_{\text{общ}}$.

Поскольку в случае возникновения ЧС природного или техногенного характера родниковую воду будут использовать для питьевых целей, а гигиенические требования, предъявляемые к качеству воды нецентрализованного водоснабжения такие же, как и предъявляемые к водопроводной воде, то для оценки качества родниковой воды нами были использованы ПДК_{пит} в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 [4].

В исследованных природных источниках были обнаружены превышения нормативных требований по следующим показателям качества: по величине общей жесткости (на уровне 1,3 ПДК_{пит}), содержанию NO_3^- (до 1,8 ПДК_{пит}) и СПАВ (до 5,0 ПДК_{пит}). Таким образом, результаты исследования с применением физико-химических методов подтвердили данные, полученные методом биотестирования.

Обнаруженные в родниковой воде компоненты могут вызвать неблагоприятное влияние на организм человека при постоянном употреблении воды данного состава в питьевых целях. А именно, повышенное содержание солей жесткости может приводить

к развитию мочекаменной и желчекаменной болезни, повышенной свертываемости крови и образованию тромбов. СПАВ оказывают негативное влияние на центральную нервную систему человека, а именно парализуют передачу возбуждения с нерва на скелетную мышцу. NO_3^- способствуют образованию в крови метгемоглобина, препятствующего нормальному окислительному процессу в организме (т.е. ухудшается транспортировка кислорода). При взаимодействии NO_3^- с алифатическими и ароматическими аминами, как в природных водах, так и в организме человека образуются нитрозамины, являющиеся активными канцерогенами.

Однако после дополнительной обработки воды (даже в домашних условиях, с использованием наиболее доступных методов – кипячения и фильтрования на бытовых фильтрах) содержание вредных компонентов в воде значительно снижается до достижения значений, установленных нормативными документами.

Таким образом, оценка состояния родниковых вод с применением биотестового и физико-химических методов анализа показала наличие в воде поллютантов, которые могут приводить к хронической интоксикации организма (при постоянном употреблении воды данного состава в питьевых целях). Поэтому в случае возникновения ЧС различного характера вода из исследованных природных источников может быть использована в качестве альтернативного источника питьевой воды (строго после предварительной водоподготовки).

ЛИТЕРАТУРА

1. ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06 Токсикологические методы анализа. Методика определения токсичности водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест-объекта *Daphnia Magna*. – М.: 2006. – 44 с.
2. Руководство по определению методов биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М: РЭФИА, НИИ-Природа. 2002. – 118 с.
3. РД 52.24.635-2002. Методические указания. Проведение наблюдений за токсическим загрязнением донных отложений в пресноводных экосистемах на основе биотестирования.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.

УДК 556.167

АНАЛИЗ ПРИЧИН ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В БАССЕЙНЕ КУРЫ

Махмудзаде А.М.

Гасанова Н.И., доктор философии по географии

Академия МЧС Азербайджана

Аннотация. В статье рассматриваются причины возникновения экстремальных гидрометеорологических условий в бассейне р. Кура. В бассейне реки Кура в Азербайджане часто проходят паводки. После строительства водохранилищ наблюдалось снижение расходов воды и в то же время осаждение наносов. В результате этого ускоряется заиление водохранилищ и уменьшается их противопаводочный эффект. Процессы накопления наносов в дельте реки Куры активизировались в связи с повышением уровня Каспийского моря с 1976 года. Это показывает результаты наводнений в нижнем течении Куры в 2003, 2006 и 2010 годах.

Ключевые слова: экстремальные гидрологические явления, максимальный сток, паводок, заиление, гидрометеорологические условия.

CAUSES OF EXTREME HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE KURA BASIN

Mahmudzade.A.M

N. Hasanova, PhD in Geography

The Academy of the Ministry of Emergency Situations Azerbaijan

Abstract. In this article was analyzed the causes of extreme hydrometeorological conditions in the Kur River basin. Floods are frequently in the Kur River basin in Azerbaijan. After the construction of water reservoirs, sedimentation discharge was decreased and sediments accumulated to the river bed. Increased erosion process and sedimentation load caused to the protection features of water reservoirs in Kura River basin. Accumulation processes in the delta of the Kura river have been intensified due to the increase of the Caspian Sea level, which began in 1976. The impact of it caused to floods in the downstream of Kura in 2003, 2006 and 2010.

Keywords: extreme hydrological event, maximum flow, flood, sedimentation load, hydrometeorological conditions

В бассейне р.Кура-самой большой водной артерии Южного Кавказа, часто происходят наводнения. Самый крупный ее приток - река Араз. Половодье на реке Кура начинается в конце марта, в апреле происходит повышение уровня, самый резкий подъем - в середине мая, а при затягивании половодья самый резкий подъем наблюдается в начале июня. Вероятность прохождения наводнения на реке можно наблюдать в мае-июне. Это в очередной раз подтвердилось в 2010 году, когда прошло катастрофическое наводнение [3,5].

Паводки являются одной из фаз режима рек, зависящих от физико-географических и климатических условий местности, где расположен бассейн и наблюдаются, в основном, в пиковый период. Для наблюдения за режимом максимальных расходов в течение многолетнего периода был построен хронологический график наблюденных срочных максимальных расходов на реке Кура (Рисунок 1).

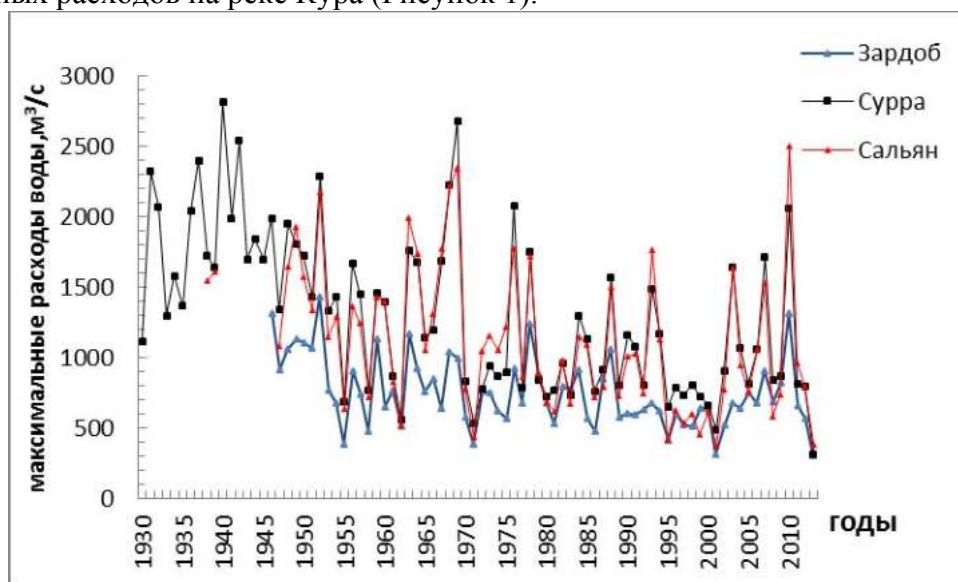


Рисунок 1. Многолетние колебания максимального стока р.Кура.

Некоторые научные источники содержат сведения о разрушительных наводнениях на реках Кура и Араз в XIX веке: на реке Кура в 1829, 1850, 1868, 1896 годах и на реке Араз в 1868, 1879, 1885 и 1896 годах. По данным стационарных гидрометрических наблюдений катастрофические наводнения наблюдались на Кура в 1915, 1916, 1928, 1936, 1942, 1944,

1946, 1952 годах, на реке Араз - в 1936, 1938, 1946, 1951, 1963, 1968, 1969 годах. Во время катастрофических наводнений 1858 и 1896 годов река Араз изменила свое русло [3,6].

Как и в других странах бассейна Куры, практика предотвращения наводнений в Азербайджане осуществляется путем строительства конструктивных мероприятий, то есть инженерных сооружений (берегоукрепительные сооружения, водохранилища, защитные дамбы и т.д.).

После строительства водохранилищ на реках Кура и Араз частота и максимумы паводков и наводнений на этих реках значительно снизились. Однако даже регулирование стока водохранилищами не полностью избавляет население от опасности наводнений. Таким образом, учащение паводков в бассейнах рек Кура и Араз и усиление поверхностной эрозии ускоряет заиливание водоемов и снижает эффективность регулирования. В результате максимальная глубина Мингячевира, крупнейшего водохранилища на Южном Кавказе, уменьшилась с 83 м до 63 м. Крупные водохранилища используются неэффективно, о чем свидетельствуют паводки в нижнем течении Куры в 2003, 2006 и 2010 годах [5].

С 1900-го по 1953-ий год наводнения в низовьях рек Кура и Араз происходили почти ежегодно. После строительства Мингячевирского(1953) и Шамкирского(1982) водохранилищ и гидроузла Араз (1971) количество катастрофических наводнений в 1953–2000-ых годах относительно уменьшилось. Из анализа хронологии паводков реки Кура можно сказать, что наводнение, произошедшее в 1969 году, было близко к наводнению, которое может происходить как на Аразе, так и на реке Кура один раз в 100 лет. Наводнения 2003, 2006 и 2010-го годов были наиболее масштабными и нанесли значительный экономический ущерб стране [3].

До зарегулирования реки Кура в период паводков в водном режиме наблюдались наивысшие максимальные расходы. В результате соблюдался баланс между режимом стока наносов и процессом его транспортировки. После строительства водохранилищ произошло уменьшение процесса транспортировки, а также увеличение осаждения наносов. Основная причина этого осаждения - уменьшение скорости течения и повышение уровня Каспийского моря, начавшееся в 1976 г. [7]. В связи с подъемом уровня Каспийского моря процессы аккумуляции в дельте реки Кура усилились. Комплекс защитных дамб на реке Кура был спроектирован в условиях устойчивого уровня режима Каспийского моря. Морфологические изменения рек после изменения уровня режима Каспийского моря и эксплуатации водохранилищ не прогнозировались. Проектирование защитных дамб выполнялось по уровенному режиму того времени.

Для подтверждения заиливания использовалась динамика уровней гидрологических пунктов Зардоб, Сурра и Сальян и кривые $Q = f(H)$. Анализ этих кривых показал, что одним и тем же расходам воды соответствуют различные уровни. Это подтверждает процесс заиливания на реке Кура. В результате заиливания на гидропосте Зардоб уровень поднялся примерно на 1,5 м, в Сурре - на 2,0 м и в Сальяне - на 2,5 м. В связи с этим пропускная способность русла реки Кура снизилась на 20-25%.

Последствия наводнения 2010 г. можно объяснить указанными выше факторами и повышением уровня Каспийского моря. В связи с заиливанием основного русла р.Кура в устье в 2004-2005 гг. был построен новый канал протяженностью 2,6 км.

Одна из причин заиливания - нарушение естественного режима из-за воздействия водохранилищ, в результате чего годовой сток распределяется в течение года равномерно. Для того, чтобы подтвердить эту ситуацию, годовой сток был проанализирован по хозяйственным периодам: естественный режим - до 1953 года, после построения Мингячевирского водохранилища (1954-1970г.г.) и после ввода в действие гидроузла Араз (после 1971г.).

Годовой сток р.Кура по периодам оценивался на гидропостах Зардоб, Сурра и Сальян. На основании этой оценки можно сказать, что уменьшение стока в пункте Зардоб составил 33,0 м³/с (9,4%), в Сурре в 1954-1970 гг. уменьшение годового было равно 53 м³/с (8,6%), в 1971-2014 гг. он составил 116 м³/с (20%). Расход в пункте Сальян в течение 1954-1970 гг. уменьшился на 26 м³/с (4,7%), в 1971-2014 гг. еще на 105 м³/с (20%).

Река Кура считается одной из самых меандрированных затопляемых рек в мире. На реке Кура от Мингячевира до ее устья насчитывалось около 124 меандров, в среднем на 5 км приходится один меандр [4]. Всего в предыдущие годы на реках Кура и Араз были выравнены 19 меандров. В то время как меандры на Куре и частично на реке Араз систематически выравнивались, с момента обретения Азербайджаном независимости из-за временных финансовых трудностей эти мероприятия не проводились. Однако выполнение этих работ играет положительную роль в предотвращении возможных наводнений, и часть реки Кура от Мингячевирского водохранилища до ее устья также может быть использована для судоходства.

На сегодняшний день основное внимание в управлении паводками в Азербайджане уделяется наводнениям в нижнем течении реки Кура ниже Мингячевирского водохранилища и вдоль основных притоков реки Кура. В Азербайджане проделана большая положительная работа по предотвращению пагубных последствий наводнений. Защитные дамбы вдоль рек Кура и Араз являются важными сооружениями и обеспечивают базовый уровень защиты для населения и больших сельскохозяйственных угодий. Так суммарная протяженность защитных дамб вдоль реки Кура составляет 1016 км, а в общей сложности с ее притоками – около 1600 км [1]. Хотя подъем уровня и укрепление приподнятых защитных дамб после наводнений 2003, 2006 и 2010 лет были завершены, некоторые части систем требуют дальнейшего ремонта.

Таким образом, основными причинами катастрофических наводнений на реке Кура в начале XXI века являются: экстремальные гидрометеорологические условия в бассейне Куры, одновременное формирование паводков на реке Кура и ее самом большом притоке Араз, неэффективное управление водохранилищами, снижение пропускной способности русла вследствие аккумуляции наносов в устье и отсутствие противопаводковых дамб на притоках реки Кура.

Из всего выше сказанного следует, что нужен другой подход к решению данной проблемы, основанный в первую очередь не на борьбе с паводками и наводнениями, а на сохранении экологического равновесия в природных процессах и использовании ее ресурсов с минимальным воздействием на него.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедзаде А.Д. Гейдар Алиев и водное хозяйство Азербайджана. Баку, Азернешр. 2003, 216 с.(на азербайджанском)
2. Гасанова Н.И. Оценка риска паводков на р.Кура ниже впадения р.Аракс. Институт Водного хозяйства Грузии, сборник научных трудов Грузинского Технического Университета. № 66,Тбилиси, 2011,с.212-215.
3. Гасанова Н.И. Мусаева М.Р. Наводнения в нижнем течении реки Кура и их последствия Науковы записки Сумьского Державного Педагогичного Университета им. А.С.Макаренко, Географические науки, выпуск 5,Суми, 2014, ВВП «Мрия», 2014,сс.18-24
4. Ибад-заде Ю.А. “Опыт борьбы с наводнениями”. Баку: 1960, изд-во Академии сельскохозяйственных наук АССР, 208 с.
5. Иманов Ф.А., Гасанова Н.И. Наводнение в нижнем течении реки Куры в 2010 году. Вторые Виноградовские чтения. «Искусство гидрологии» Санк-Петербург, 18-22 ноября, 2015г., стр.235-238
6. Мамедов М.А. “Расчеты максимальных расходов воды горных рек”. Л: Гидрометеиздат. 1989, 184 с.
7. Мамедов Р.М. “Гидрометеорологическая изменчивость и экогеографические проблемы Каспийского моря”. Баку, 2007, 437 с.

ИЗУЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ МОЛНИЕЙ САМОЛЕТА ПРИ ПОЛЕТЕ В УСЛОВИЯХ ГРОЗОВОЙ ОБЛАЧНОСТИ

Матвеев С.А.

Сафонова Н.Л.

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. Процесс эксплуатации авиационной техники непосредственно связан с взаимодействием воздушного судна с внешней средой. Следует выделить те метеоявления, под влиянием которых возможно возникновение авиационных происшествий. В статье рассмотрены риски воздействия молнии на самолет в качестве причины авиапроисшествий.

Ключевые слова: безопасность полетов, электрическая активность атмосферы, молния, грозовое облако, статическое электричество, воздушное судно.

STUDY OF THE ASSESSMENT OF THE PROBABILITY OF A LIGHTNING AIRCRAFT DURING FLIGHT IN THE CONDITIONS OF THUNDERSTORM CLOUD

Matveev S.A.

Safonova N.L.

Abstract. The operation of aviation equipment is directly related to the interaction of the aircraft with the external environment. It is necessary to highlight those meteorological phenomena under the influence of which the occurrence of aviation accidents is possible. The article examines the risks of lightning impact on an aircraft as a cause of accidents.

Keywords: flight safety, electrical activity of the atmosphere, lightning, thundercloud, static electricity, aircraft.

Авиационный ресурс ASN (Aviation Safety Network), отслеживающий авиационные происшествия по всему миру, проанализировал итоги 2020 года и признал его одним из самых безопасных в истории гражданской авиации.

По оценкам экспертов, всего за год в мире произошло 8 авиакатастроф, в которых погибло 314 пассажиров и еще один человек на земле. Самыми крупными из них можно назвать катастрофу 8 января украинского Боинга-737, сбитого при взлете в Тегеране (погибли 176 человек) и катастрофу A320 в Карачи 22 мая (погибли 97 человек в самолете и один на земле).

В то же время ASN отмечает, что хотя 2020 год был безопасным годом, но из-за пандемии количество выполняемых рейсов сократилось примерно на 50% и приблизилось к показателям 1999 года. Кстати, в тот год в мире произошло 43 авиационных происшествия.

Для сравнения, в 2019 году авиакатастрофы унесли жизни 283 человек, а в 2018-м – 556 человек.

На рисунке 1 приведены абсолютные данные о количестве авиационных происшествий (АП) из анализа безопасности полетов Межгосударственного авиационного комитета (МАК) за 2020 год. [1]

По данным МАК, из общего количества АП, которые связаны с метеорологическими условиями: 62 % вызваны ухудшением видимости, 11 % — грозами, 11 % — сильной турбулентностью, 7 % — обледенением, 9 % — вторыми обстоятельствами. Среди вторых обстоятельств одно из первых мест занимают случаи столкновения самолетов с птицами.

Здесь мы рассматриваем задачу определения вероятности безопасного полета самолета в грозовой облачности. В качестве исходных данных использовались летно-технические характеристики воздушного судна (ВС) и характеристики грозовых облаков.

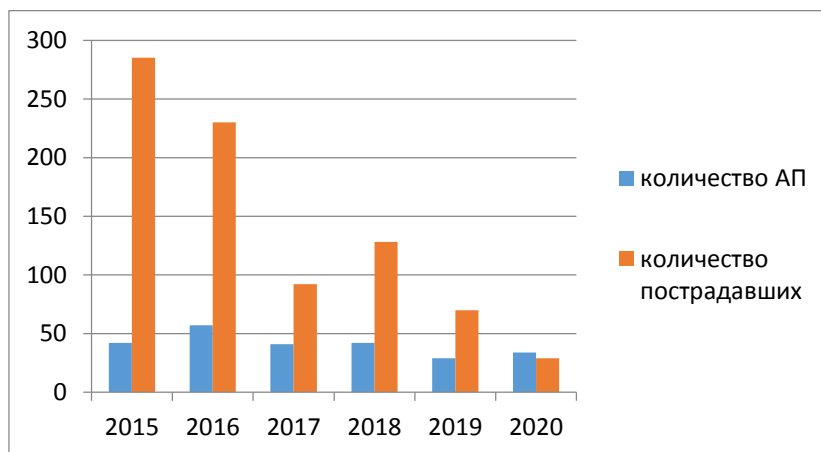


Рис. 1. Количество авиационных происшествий и погибших в них людей при регулярных коммерческих полетах

Расчет вероятности поражения молнией различных ВС при полете в условиях грозовой облачности производился по формуле:

$$P = 10 \cdot L_m \cdot \pi \cdot l_{\text{эф}} \cdot d_0 / 4 \cdot \omega_0 \cdot v \cdot \tau, (1)$$

где L_m – длина главного канала молний, $l_{\text{эф}}$ – эффективный характерный размер ВС, d_0 – длина облака в направлении движения ВС, ω_0 – объем облака, v – скорость полета ВС, τ – интервал времени, через который повторяются в данном облаке молнии. При полете ВС накапливает на себе значительный электрический заряд. Поэтому $l_{\text{эф}} \approx 10 \cdot l_c$, где l_c – характерный размер ВС (длина, размах крыльев).

Рассчитаем вероятность авиапроисшествия самолета Boeing 737-800 при ударе молнией, возникающей в суперячейковых грозовых облаках.

Суперячейковые облака относительно редки, но представляют наибольшую угрозу. Вращающийся восходящий поток в суперячейковом облаке создает экстремальные по силе погодные явления, такие, как гигантский град (более 5 см в диаметре), шквальный ветер со скоростью до 40 м/с и сильные разрушительные торнадо. Характеристики суперячейковых грозовых облаков: средний объем облака – 65000 км³, средняя длина облака – 50 км, средняя частота молний - 20 штук в минуту, длина главного канала молнии – 10 км.

Boeing 737-800 — узкофюзеляжный ближне-средне магистральный самый массовый пассажирский самолет в истории пассажирского авиастроения. Характеристики самолета: длина - 39,47 м, размах крыла - 34,32 м, крейсерская скорость ВС - 850 км/ч. Подставляя все данные в формулу (1), получим:

$$P = 10 \cdot 10 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot (39,47 + 34,32) \cdot 10^{-3} \cdot 50 / (4 \cdot 65000 \cdot 850 / 3) = 0,157 \cdot 10^{-5}$$

Эти расчеты показывают, что вероятность серьезной аварии для Boeing 737-800 из-за удара молнии в суперячейковых грозовых облаках очень мала.

На количество ударов молнии влияет высота полета. По данным, 36% ВС были поражены на высотах ниже 3000 м, а 87% - на высотах полета самолетов до 4900 м. Тот факт, что большинство ударов молний происходит на высотах полета ВС до 4900 м, не свидетельствует о редком возникновении молний появлении молни на больших высотах. Известно, что грозовые облака могут достигать высоты 20 000 м, а удары молний происходят во всем их объеме. Более 85% ударов молний в самолетах происходит в диапазоне температур от -6 до +20 °С. Распределение ударов молний в зависимости от высоты полета

также влияет на их распределение по фазам полета. Большинство ударов молний в ВС приходит во время набора высоты (37%) и захода на посадку (21%).

Результаты анализа АП и специальных исследований показывают, что реальная вероятность удара молнии в ВС в активных грозовых облаках составляет 102, т.е. молния поражает самолет в среднем один раз на сто полетов в грозовом облаке.

В большинстве случаев повреждения самолета от удара молнии не являются серьезными. Однако они всегда влекут за собой большие затраты. Самолет, пораженный молнией, должен быть снят с эксплуатации. Все коммуникационное и навигационное оборудование необходимо проверить и перенастроить. Выполнение этих работ, а также проверка всей конструкции самолета и ремонт поврежденных деталей приводят к потере дорогостоящего полетного времени и увеличению расходов авиакомпании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчеты о состоянии безопасности полетов [Электронный ресурс] // Межгосударственный авиационный комитет. Режим доступа: <http://www.mak-iac.org/rassledovaniya/bezopasnost-poletov> - Дата доступа: 15.02.2021.
2. Шуреков В.В., Самохина С.С., Мухунова Ю.В., Аксенова М.Ю. Расчет вероятности поражения молнией воздушных судов при полете в условиях грозовой облачности на территории Российской Федерации // Вопросы безопасности. – 2019. – № 1. – С. 51 - 58.

УДК 614.8 (479.24)

АНАЛИЗ СОВОКУПНОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РИСКА НА БАЗЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Миргуламлы Ф.О.

Смиловенко О.О., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. На основе статистических данных проведен системный анализ факторов риска возникновения чрезвычайных ситуаций для территории города Баку. Составлен калькуляционный лист степеней угрозы. Разработан способ оценки совокупного риска методом статистического моделирования в многомерном пространстве параметров. При этом ранжирование рисков представлено в уточненном варианте.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, оценка риска, факторы риска, системный анализ, статистическое моделирование.

ANALYSIS OF TOTAL TERRITORIAL RISK ON THE BASIS OF SYSTEM ANALYSIS OF EMERGENCY SITUATIONS

Mirgulamly F.O.

Smilovenko O.O., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. On the basis of statistical data, a systematic analysis of the risk factors of emergencies for the territory of the city of Baku is carried out. A calculation sheet of the degrees of threat has been compiled. A method for assessing the total risk by the method of statistical modeling in a multidimensional space of parameters has been developed. In this case, the ranking of risks is presented in a revised version.

Keywords: emergency, risk assessment, risk factors, system analysis, statistical modeling.

Безопасность людей в чрезвычайных ситуациях должна обеспечиваться в первую очередь снижением вероятности возникновения и уменьшением возможных последствий природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. При этом система защиты формируется на основе анализа вероятности возникновения, прогнозирования характера, масштаба и времени существования чрезвычайной ситуации, оценки возможных факторов риска, интенсивности проявления опасных факторов чрезвычайных ситуаций и т.д. [1,2].

Наиболее годным для практического прогнозирования территориального риска оказался метод оценки рисков, предлагаемый нашими соседями из Польской Республики. Этот метод характеризуется системным подходом - учтены все возможные факторы угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) на данной территории, как техногенного, так и природного характера, причем в связи с плотностью застройки и количеством проживающего населения, что также влияет на серьезность последствий ЧС от этих факторов. Однако, авторы данного метода используют детерминированные оценки по каждому из факторов риска. Такой подход несколько снижает точность метода и не отражает сути оценки риска как вероятности возникновения ЧС. Для того, чтобы учесть случайность и стохастичность возникновения ЧС для каждого фактора должен быть назначен ранг (оценка) в виде интервала значений. Причем принято, что внутри этого интервала вероятность наступления ЧС распределена равномерно. Обобщенный территориальный риск определяют методом статистического моделирования. В результате моделирования получен ряд (последовательность) значений критерия - обобщенного территориального риска.

В калькуляционном листе перечислены все основные факторы риска на территории города (для примера – столица Азербайджана город Баку). В их число включены: численность населения; тип застройки; горючесть строительных конструкции; высота застройки; промышленные предприятия; объекты с наличием опасных химических веществ; нефтепроводы и газопроводы; дороги; железные дороги; перевозка опасных веществ на транспорте (дорожный); перевозка опасных веществ на транспорте (железнодорожный); угроза затопления; аэродромы. Эти факторы являются параметрами многомерного пространства, в котором производится статистическое моделирование.

При заполнении калькуляционного листа было принято пять степеней угрозы: Z_I – очень маленькая угроза; Z_{II} – маленькая угроза; Z_{III} – средняя угроза; Z_{IV} – большая угроза; Z_V – очень большая угроза. Степень обобщенного территориального риска принимаем по формуле:

$$H_G = \sum_{i=1}^V n_i / L_{Bi} \quad (1)$$

где: H_G – числовой показатель угрозы;

n_i – число критерия угрозы, которые мы отнесли к степени « i » угрозы;

L_{Bi} – базовое число для степени « i » угрозы.

Для каждого из параметров путем ранжирования в диапазоне от 1 до 5 определена степень угрозы. Причем ранг (степень) угрозы назначен не в детерминированных значениях (1,2,3 и т.д.), а в интервалах (0-1, 1-2, 1-4 и т.д.) таким образом осуществляется переход от качественной оценки к количественной. Принято, что внутри интервала вероятность риска возникновения ЧС от этого фактора распределена равномерно.

Проведено зондирование многомерного пространства параметров пробными точками, каждая из которых характеризует определенное сочетание рангов риска всех параметров одновременно. В результате получена последовательность значений (256 точек) обобщенного критерия территориального риска в интервале от 6,0 до 374,0. то есть максимальный территориальный риск для данного региона оценивается в 374 балла. Однако вероятность такого риска (по результатам моделирования) составляет всего 0,017 %.

С точки зрения обеспечения безопасности проживания на территории необходимо минимизировать показатель совокупного риска [3]. Интервал приемлемого совокупного риска был принят в диапазоне от 6,0 до 10,0 баллов. Для этого интервала обобщенного риска решена обратная задача – определено, в каких интервалах должна находиться степень угрозы (ранги параметров) для обеспечения уровня обобщенного риска в принятом минимальном интервале.

При анализе результатов моделирования выбирают параметры (факторы риска), наиболее влияющие на показатель совокупного риска и определяют возможность управления степенью угрозы. Например, выявлено, что влиятельным параметром является такой фактор как плотность застройки. Может быть рекомендовано учесть риск повышенной плотности застройки при проектировании новых районов города и реконструкции уже существующих. Если в качестве влиятельного параметра выступает фактор наличия дорог, по которым перевозят опасные грузы – это необходимо учесть при планировании маршрутов их перевозки. Здесь уместна рекомендация о вынесении таких маршрутов за городскую черту или хотя бы в районы с меньшей плотностью жилой застройки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. - М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2001. - 344 с.
2. Шойгу С.К., Болов В.Р. Теоретические предпосылки оценки опасности территорий и рисков чрезвычайных ситуаций // Анализ и оценка природных рисков в строительстве. (Материалы междунар. конф.) М.: ПНИИС, 1997.
3. Процент А.Н., Махутов Н.А, Артемьев А.Е. Безопасность населения и окружающей среды Москвы: Исследования и проблемы управления // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Вып. 2. М.: ВИНТИ, 1997.

УДК 621.039

СИСТЕМЫ ГЕРМЕТИЧНОГО ОГРАЖДЕНИЯ НА СОВРЕМЕННЫХ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Мных М.-М.Р.

Сукач Р.Ю.

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

Анотация. Проанализировано основные функции системы герметического ограждения, расчет особых нагрузок на которое она рассчитана при внешней воздушной ударной волне, максимальной проектной аварии, максимальном расчетном землетрясении, а также экстремальном климатическом воздействии. Приведены примеры современные тенденции в сооружении гермооболочек.

Ключевые слова : система герметического ограждения, реакторная установка, радиоактивные вещества, максимальное расчетное землетрясение, железобетонная ограждающая конструкция, гермооболочка, внешние воздействия, воздушная ударная волна, локализация аварии, эксплуатации энергоблока, атомная электростанция, Белорусская АЭС.

HERMETIC PROTECTION SYSTEMS AT MODERN NUCLEAR POWER PLANTS

Mnykh M.-M.R.

Sukach R.Yu.

Lviv State University of Life Safety

Abstract. The main functions of the hermetic protection system are analyzed, the calculation of special loads for which it is designed for external air shock waves, the maximum design basis accident, the maximum calculated earthquake, as well as extreme climatic effects. Examples of modern trends in the construction of hermetic shells are given.

Keywords: hermetic protection system, reactor plant, radioactive substances, maximum design earthquake, reinforced concrete enclosing structure, containment, external influences, air shock wave, accident localization, power unit operation, nuclear power plant, Belarusian NPP.

Первая атомная электростанция в Белоруссии Белорусская АЭС расположена у северо-западной границы Белоруссии, в агрогородке Ворняны в 18 километрах от города Островец Гродненской области, в 40 км от столицы Литвы — Вильнюса. Физический запуск первого блока АЭС состоялся в августе 2020 года. Официальный запуск первого блока состоялся 07 ноября 2020 года с участием А. Лукашенко. С вводом АЭС Беларусь вступает в мировой клуб государств, использующих атомную энергию в мирных целях.

Белорусская АЭС построенная по проекту АЭС-2006 российской атомной станции нового поколения «З+» с улучшенными технико-экономическими показателями. Станция имеет два энергоблока с реакторами типа ВВЭР-1200 (В-491) мощностью до 1200 МВт каждый. Проектируемая мощность АЭС составляет 2,4 тыс. МВт. Для предупреждения аварий согласно проекту предусмотрено двойная защитная оболочка реакторного зала. Система герметичного ограждения (СГО) – специальное строительное сооружение 1 категории сейсмостойкости, ограждающее реакторную установку (РУ) с необходимыми вспомогательными системами и оборудованием первого контура и является барьером на пути распространения радиоактивных продуктов в окружающую среду при авариях на АЭС, связанных с потерей теплоносителя первого контура, а также защищает персонал и население от ионизирующего излучения. Одновременно СГО защищает РУ от внешних воздействий, которые могут быть вызваны воздушной ударной волной, летящими предметами. СГО выполняет следующие основные функции :

- удерживает в пределах зоны локализации аварий выделяющиеся радиоактивные вещества;

- изолирует от окружающей среды те системы и элементы, отказ которых может привести к неприемлемому выбросу радиоактивных веществ;

- защищает персонал и население от ионизирующих излучений.

Состав нагрузок включает в себя:

1) основные нагрузки и воздействия:

- собственный вес конструкций и оборудования;
- крановую нагрузку;
- температурные климатические воздействия;
- ветровые нагрузки;
- гололедные нагрузки;

2) особые нагрузки и воздействия:

- экстремальные ветровые и снеговые нагрузки повторяемостью один раз в 10000 лет;
- экстремальные температуры;
- смерч;
- воздушная ударная волна;
- максимальное расчетное землетрясение (МРЗ);
- нагрузки, вызываемые проектными авариями, летящими предметами, внутренним давлением и разряжением, радиационное воздействие.

При расчете СГО особые нагрузки, такие как: внешняя воздушная ударная волна, максимальная проектная авария, максимальное расчетное землетрясение - 7 баллов, а также экстремальные климатические воздействия приняты действующими одновременно. При этом экстремальные климатические воздействия оказывают значительно меньшее воздействие, чем воздушная ударная волна. Конструкции СГО рассчитаны на воздействие воздушной ударной волны давлением во фронте $0,3 \text{ кгс/см}^2$ ($0,03 \text{ МПа}$) с продолжительностью фазы сжатия до 1 секунды. При расчете конструкций герметичного объема действующие одновременно нагрузки от возможных летящих предметов и от струи истекающего теплоносителя принимались действующими одновременно с нагрузками от ударной воздушной волны. Нагрузки от струй принимались действующими одновременно с нагрузками от перепада давлений на стенах и перекрытиях, постоянными и длительными нагрузками, а также с нагрузками от землетрясений интенсивностью ПЗ – 6 баллов. При этом принималось во внимание, что при максимальном установившемся перепаде давления

усилие от струи значительно ниже пикового. Величина этого усилия определялась в соответствии с графиком $P(t)$ для каждого конкретного трубопровода. Нагрузки от воздействия воздушных ударных волн при разрывах трубопроводов задавались в виде импульсов прямоугольной формы. Величина избыточного давления, возникающего на преграде, принималась по специально построенным графикам в зависимости от расстояния от места течи до преграды и от расстояния вдоль стены или перекрытия. Например, при разрыве трубопровода главного циркуляционного контура Ду 850 мм на расстоянии до преграды менее 1,6 м, избыточное давление непосредственно напротив места течи составляет 22,5 кгс/см² (2,25 МПа). Нагрузки от опор трубопроводов, входящих в состав реакторной установки (главного циркуляционного контура, парогенераторов, главных циркуляционных насосов, систем аварийного охлаждения активной зоны, компенсатора давления) при прохождении проектной аварии и сейсмическом воздействии ПЗ передаются на строительные конструкции через закладные детали.

СГО должна обеспечивать выполнение заданных функций (сохранение плотности и прочности) по удержанию радиоактивных продуктов деления во всех режимах - эксплуатации энергоблока, включая режим МПА с расчетными параметрами (в условиях воздействий, связанных с землетрясением интенсивностью до ПЗ-6 баллов включительно) равными:

- абсолютное давление $P=5,0$ кгс/см² (0,49 МПа);
- температура $T = 150^{\circ}\text{C}$ (423K);
- сохранять заданные функции при вакууме до 0,49 кгс/см² (0,049 МПа);
- обеспечить функции ограждающих и несущих конструкций в условиях нормальной эксплуатации и переходных режимов;
- обеспечить биологическую защиту, как в условиях нормальной эксплуатации, так и при проектных авариях;
- сохранять заданные функции при воздействии внешних факторов, таких как: ветровые и снеговые нагрузки, наводнения, внешняя воздушная ударная волна и т.п.

Состав СГО:

- железобетонная ограждающая конструкция, включая систему преднапряжения оболочки;
- герметизирующая стальная облицовка с закладными деталями (далее ГСО);
- люки, двери, шлюзы с их закладными деталями;
- проходки;
- участки технологических трубопроводов, расположенных между изолирующей арматурой;
- изолирующие устройства.

Современные тенденции в сооружении гермооболочек направлены, в основном, в сторону наращивания пассивных, то есть не требующих источников энергии и сигнала на включение систем. В этом направлении активно развивались все аварийные системы в реакторах последнего, 3+ поколения. Во всех новых проектах гермооболочки двойные, внешняя для защиты от внешних воздействий и внутренняя для локализации аварий с разгерметизацией первого контура. Во всех проектах между внутренней и внешней оболочками в случае аварии организуется естественная циркуляция воздуха для охлаждения внутренней оболочки. Другим направлением в повышении безопасности является защита гермооболочки в случае расплавления ядерного топлива и прожигания им корпуса реактора. В современных гермооболочках ловушка расплава сооружается под реактором, в ее корпусе находится наполнитель, в основном из оксидов железа и алюминия или предусмотрена система для предотвращения прожигания корпуса – шахта реактора в случае такой аварии заливается водой, охлаждающей корпус снаружи.

ЛИТЕРАТУРА

1. ПНАЭ Г–10–007-89 “Нормы проектирования железобетонных сооружений локализирующих систем безопасности атомных станций”.

2. ПИН АЭ–5.6 “Нормы строительного проектирования АС с реакторами различного типа. Правила и нормы в атомной энергетике”.
3. НП 306.2.145-2008 “Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций с реакторами с водой под давлением”.
4. ИН-Т.0.03.187-08 “Типовая инструкция по техническому обслуживанию системы преднапряжения защитных оболочек АЭС с унифицированными энергоблоками ВВЭР-1000 с РУ типа В-320”.
5. 320.ХА.НВ.ПМ “Типовая программа и методика эксплуатационных испытаний системы герметичного ограждения”.
6. КТК-КПР “Комплект технологических карт по техническому обслуживанию системы преднапряжения защитной оболочки серийной АЭС с реакторами ВВЭР-1000” М.ОЭС.1991 г.
7. О.ЦН.4317.ПМ-14 “Рабочая программа испытаний на герметичность системы герметичного ограждения”.

УДК 621.039

ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ОГРАЖДАЮЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ ГЕРМООБОЛОЧКИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Мных М.-М.Р.

Сукач Р.Ю.

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

Анотация. В работе рассмотрено применение материалов которые применяются при строительстве и монтаже элементов железобетонных ограждающих конструкций герметических оболочек атомных электростанций. Описано расположение опорных конструкций, специально предназначенных для крепления основного оборудования.

Ключевые слова : глубоководная защита, железобетонная ограждающая конструкция, герметичный объем облицован стальным листом, сопряжение купола, шахта реактора, тяжелые бетоны, преднапрягаемая арматура, опорная консоль шахты реактора, спецканализации, реакторное отделение, зона локализации аварии, разгерметизация.

FERROCONCRETE PROTECTION CONSTRUCTION OF THE HERMO SHELL AT NUCLEAR POWER PLANTS

Mnykh M.-M.R.

Sukach R.Yu.

Lviv State University of Life Safety

Abstract. In this work considered the use of materials used in the construction and installation of elements of reinforced concrete structures of sealed shells of nuclear power plants Described arrangement of support structures, specially designed for mounting the main equipment.

Keywords: defense in depth, reinforced concrete enclosing structure, sealed volume lined with steel sheet, dome interface, reactor shaft, heavy concrete, prestressed reinforcement, support console of the reactor shaft, special sewerage system, reactor compartment, accident localization zone, depressurization.

В связи с введением в эксплуатацию первой атомной электростанции в Белоруссии Белорусская АЭС возникает вопрос обеспечения ее безопасной эксплуатации. Белорусская АЭС построенная по российскому проекту АЭС-2006 атомной электростанции нового поколения «З+» с улучшенными технико-экономическими показателями. Главной особенностью проекта АЭС-2006 является уникальное сочетание активных и пассивных системы безопасности, делающих станцию максимально устойчивой к внешним и внутренним воздействиям.

В основу обеспечения безопасности в проекте АЭС заложен принцип глубоководной защиты – применения системы барьеров на пути распространения ионизирующих излучений и радиоактивных веществ в окружающую среду. Одним из таких барьеров есть система защитных герметичных оболочек (система герметичного ограждения (СГО)), исключающих выход продуктов деления в окружающую среду. Одним из основных элементов конструкции СГО есть железобетонная ограждающая конструкция, включая систему преднапряжения оболочки. Железобетонная ограждающая конструкция (ЖОК) служит для :

- защиты 1-го контура и его систем от внешних воздействий, особых нагрузок и воздействий в соответствии с ПИН АЭ-5.6 “Нормы строительного проектирования АС с реакторами различного типа. Правила и нормы в атомной энергетике”;
- защиты металлооблицовки герметичного контура от возможных деформаций, которые могут привести к ее разгерметизации;
- изоляции от окружающей среды те системы и элементы, отказ которых может привести к выбросу радиоактивных веществ в окружающую среду в объемах, превышающих проектное значение;
- ограничения в пределах зоны локализации аварий выделяющиеся радиоактивные вещества;
- защиты персонала и населения от ионизирующих излучений.

При строительстве и монтаже элементов ЖОК применялись следующие материалы:

- бетоны тяжелые, плотностью не менее 2350 кг/м³, 2150 кг/м³, классов В15, В25, В30 для монолитных и сборных железобетонных конструкций;
- особо тяжелые бетоны, плотностью 2950 кг/м³ и 3350 кг/м³ классов В15 и В25;
- стержневая арматура: А I, ГОСТ 5781-82; А III, ГОСТ 5781-82; Ат V, ГОСТ 10884-81;
- листовая арматура - сталь ВСтЗпс6, толщиной 6-10 мм (гермозона) и сталь ВСтЗкп2, толщиной 4 и 6 мм;
- сталь марки 08Х18Н10Т по ГОСТ 5632-72:

1) толщиной 6-8 мм - для конструкций бассейна выдержки и перегрузки топлива, шахты ВКУ и шахты реактора;

2) толщиной 3 мм - для облицовки на отметке 36,900 м (чистый пол);

- преднапрягаемая арматура - канат арматурный, разработки «Оргэнергостроя»; расчетное разрывное усилие не менее 1400 тс, расчетное усилие преднапряжения 1000 тс.

Полы выполнены из блоков полной заводской готовности с бетонным заполнением, установленных по уклону. ЖОК представляет собой железобетонный цилиндр, замкнутый сверху сферическим куполом, а снизу на отметке 13,2 м, фундаментной плитой. Высота ЖОК - 53,35 м, внутренний диаметр - 45 м. Толщина цилиндрической части- 1,2 м, купола - 1,1 м, фундаментной плиты - 2,4 м. Фундаментная часть здания реакторного отделения представляет собой железобетонную коробчатую конструкцию на фундаментной плите с отметкой низа -6,60 м с внутренними диафрагмами стен и перекрытий. Нижняя плита покоится на естественном основании. Верхняя плита стилобата толщиной 2500 мм имеет размеры в плане 66000х66000 мм. Цилиндрическая часть при сопряжении с верхней плитой стилобата на отметке 13,200 м имеет утолщение в сторону герметичного объема высотой 2300 мм и переменной толщиной от 1200 до 1450 мм. Сопряжение купола с цилиндром выполнено с помощью жесткого кольцевого карниза—опорного кольца размерами 5400х6200 мм с внешней стороны. В состав ЖОК входят также конструкции бака-приямка аварийного

запаса раствора бора (ГА-201). Внутренние конструкции герметичного объема (стены и перекрытия), предназначенные для восприятия больших аварийных нагрузок, насыщенные технологическими проходками и закладными частями, выполняются из стальных ячеек заводского изготовления с последующим заполнением бетоном. Стальной лист ячеек, выполняющий совместно со стержневой арматурой роль арматуры, используется в качестве опалубки при бетонировании и имеет антикоррозийное покрытие в зависимости от условий работы помещений. С внутренней стороны весь герметичный объем облицован стальным листом (ГСО) – толщиной 8 мм. Облицовка контура герметизации со стороны помещений покрывается антикоррозионной защитой (эпоксидное покрытие по подслою металлизации алюминием AL250). Крепление ГСО к ЖОК выполнено при помощи анкеров. В качестве бетона и арматуры применены: - бетон классов В-30 и В-15; - ненапрягаемая арматура – стержневая, горячекатаная, периодического профиля, арматура классов А- I и А- III.

В герметичной оболочке (ГО) расположены опорные конструкции, специально предназначенные для раскрепления основного оборудования корпуса реактора, парогенератор, главный циркуляционный насос, главный циркуляционный контур, система аварийного охлаждения зоны, компенсатор давления и других на восприятие сейсмических нагрузок, а также опоры-ограничители, воспринимающие нагрузки при разрыве трубопроводов больших диаметров. Эти опоры и закладные детали входят в состав конструкций реакторная установка и поставляются заводом-изготовителем. Шахта реактора выполняется из монолитного железобетона с применением бетона класса В15, армированного стержневой арматурой, стены в районе кабельных галерей - из стальных ячеек с внутренней стержневой арматурой. Колонны и защитные стены шахты в зоне патрубков, граничащие с бассейном выдержки и шахтой мокрой перегрузки шахтой мокрой перегрузки, рассчитанные на ударную волну от разрыва Ду850, выполняются из металлоконструкций с заполнением бетоном в качестве биозащиты. Для защиты железобетонных конструкций шахты от высоких температур со стороны реактора выполняется защита из жаростойких строительных смесей с серпентинитом и из сборных бетонных блоков с серпентинитом. Облицовка шахты со стороны реактора ниже опорной консоли - одинарная, из стали 08Х18Н10Т, облицовка верхней части шахты на высоту заполнения жидкостью - двойная: наружная - из коррозионостойкой стали марки 08Х18Н10Т, внутренняя к бетону - из углеродистой стали. Опорная консоль шахты реактора с анкерами, воспринимающая нагрузки со стороны корпуса реактора при аварийных и сейсмических воздействиях на него, входит в комплект закладных деталей шахты реактора и поставляется заводом-изготовителем. Фундаментная часть и блок-ячейки обстройки выполнены из бетона класса В15. Фундаментная плита и плиты перекрытия на отметке +13,200 выполнены из бетона класса В15, в местах сопряжения с 3О – бетон класса В30. Помещения 3О (помещения зоны локализации аварии) реакторное отделение (РО) расположены внутри ее и физически разделены бетонными перегородками (плиты перекрытий и стены). Зона локализации аварии включает плиты перекрытий: - на отметке 13,200 (толщина 2,4 м); - на отметке 19,340 (толщина 1,5 м); - на отметке 25,700 (толщина 0,8 м); - на отметке 36,900 (толщина 1,0 м). На плитах перекрытий, на отметках 13,200 м и 19,340 м, выполнена набетонка с металлической облицовкой. Стены герметичной части РО также имеют металлическую облицовку. Полы в ГО имеют уклоны в направлении трапов спецканализации для организации направленного отвода жидкостей.

Безопасность АЭС обеспечивается за счет последовательной реализации концепции глубоководной защиты, основанной на применении системы физических барьеров на пути распространения радиоактивных веществ и ионизирующего излучения, а также системы технических и организационных мер по защите физических барьеров и сохранению их эффективности, с целью защиты персонала, населения и окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. ПНАЭ Г-10-007-89 “ Нормы проектирования железобетонных сооружений локализирующих систем безопасности атомных станций”.

2. ПИН АЭ–5.6 “Нормы строительного проектирования АС с реакторами различного типа. Правила и нормы в атомной энергетике”.
3. НП 306.2.145-2008 “Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций с реакторами с водой под давлением”.
4. ИН-Т.0.03.187-08 “Типовая инструкция по техническому обслуживанию системы преднапряжения защитных оболочек АЭС с унифицированными энергоблоками ВВЭР-1000 с РУ типа В-320”.
5. 320.ХА.НВ.ПМ “Типовая программа и методика эксплуатационных испытаний системы герметичного ограждения”.
6. КТК-КПР “Комплект технологических карт по техническому обслуживанию системы преднапряжения защитной оболочки серийной АЭС с реакторами ВВЭР-1000” М.ОЭС.1991 г.
7. О.ЦН.4317.ПМ-14 “Рабочая программа испытаний на герметичность системы герметичного ограждения”.

УДК 614.8.084

ЛОГИСТИКА СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗЕРВОВ В КОНЦЕПЦИИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

Наимова М.

Шамансуров С., кандидат технических наук, доцент

Ташкентский государственный технический университет

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы привлечения формирований гражданской защиты, а также определения сил и средств, необходимых для ликвидации последствий прогнозируемых чрезвычайных ситуаций, возникающих в зонах разрушений.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, гражданская защита, Государственная система предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях (ГСЧС), формирования ГЗ, состав сил и средств.

LOGISTICS OF CREATION AND USE OF RESERVES IN THE CONCEPT OF MATERIAL AND TECHNICAL SUPPORT OF CIVIL PROTECTION MEASURES

Naimova M.

Shamansurov S., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Tashkent state technical university

Abstract. This article addresses the issues of attracting civil defense units, as well as determining the forces and means necessary to eliminate the consequences of predictable emergencies arising in areas of destruction.

Keywords: emergency situation, civil protection, State system of warning and action in emergency situations (SSES), formation of CP, composition of forces and means.

Чрезвычайная ситуация является таким логистическим узлом, куда входят материальные потоки, количество которых обусловлено номенклатурой, а интенсивность -

объемом потребления, и связанные с ними информационные и финансовые потоки. Обеспечение рационального содержания и использования материальных ресурсов с наименьшими затратами достигается осуществлением постоянного и гибкого управления ими.

Совершенно очевидно, что при ликвидации чрезвычайных ситуаций используются материальные ресурсы резерва, которые должны своевременно пополняться до установленного объема. Регулирование периодичности и размера пополнения объемов является основным содержанием процесса управления резервами материальных ресурсов.

Основными мероприятиями по планированию, своевременному и комплексному обеспечению и организации материалами, техникой, оборудованием и другими материальными ресурсами является система материально-технического обеспечения мероприятий Государственной системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях (ГСЧС).

В состав сил и средств входят формирования, подразделения различного предназначения, финансовые и материально-технические ресурсы, необходимые для защиты от ЧС.

Состав сил и средств должен обеспечивать проведение мероприятий по поиску пострадавших, их спасению, оказанию медицинской помощи, временному отселению в безопасные районы и лечебные учреждения, тушению пожаров, локализации и ликвидации источников вторичных поражающих факторов, размещению и жизнеобеспечению пострадавших.

Ввод сил на участок (объекты) работ должен осуществляться с учетом их готовности к действиям. В первую очередь должны вводиться дежурные формирования и формирования постоянной готовности, остальные – по мере их развертывания.

Все мероприятия по первоочередному жизнеобеспечению населения должны быть увязаны по срокам и месту с другими мероприятиями, проводящимися для спасения, сохранения жизни и здоровья пострадавшего населения [3].

В системе обеспечения безопасности определенное место занимает логистика. Логистический подход к предупреждению, смягчению влияния потенциально-опасных факторов и ликвидации чрезвычайных ситуаций основывается на выборе критерия оценки (измерителя) возможных их последствий [4].

Именно по такой причине логистика заняла определенное место в системе обеспечения безопасности. В современном понимании в общем смысле логистика определяется как наука о потоках. Целью логистики является своевременное обеспечение необходимыми и требуемыми резервами, с минимальными вложениями и рисками при максимально возможной результативности в поставленной задаче. При этом главная цель достигается выполнением конкретных функций, решающих задачи системы материально-технического снабжения [2].



Рисунок 1 - Функции логистики, решающие задачи системы материально-технического снабжения

В концепции материально-технического обеспечения функции логистики устанавливают развитие домашних взаимосвязей, необходимость в доставке вещественных ресурсов, численные размеры тенденции очередности перемещения их посредством зон складирования, систему своевременного управления поставками, транспортировками, формирование применения резервов вещественных средств, но помимо этого их доставка к необходимым участкам направления.

Логистика создания и использования резервов заключается в накоплении материальных ресурсов в местах, максимально приближенных к зонам возможных чрезвычайных ситуаций в необходимых объемах, определенной номенклатуры, пригодных для использования при ликвидации чрезвычайных ситуаций в установленные сроки [2].

Целью логистики при исполнении и применении резервов является увеличение запасов материальных ресурсов возле зон возможных чрезвычайных аварий в количестве, достаточном для использования при ликвидации чрезвычайных ситуаций в требуемые сроки.

При рассмотрении вопросов обеспечения материальными ресурсами появляется необходимость изучения характеристик и возможностей вышеуказанных служб и формирований, основных положений управления системой материального-технического обеспечения, а также умения задействовать способы управления средствами и силами.

В рамках материального обеспечения действий сил ГЗ должно производиться бесперебойное снабжение горючим, смазочными материалами, средствами защиты, средствами связи, медицинским имуществом, обменной и специальной одеждой, продовольствием, водой и другими видами материальных средств, необходимых для ликвидации ЧС.

Для материального обеспечения действий сил ГЗ привлекаются формирования: подвижная автозаправочная станция, подвижный пункт питания, подвижный пункт продовольственного снабжения, подвижной пункт вещевого снабжения, служба обеспечения питьевой водой, пункт выдачи средств индивидуальной защиты. В зависимости от обстановки и при наличии базы, по решению соответствующих начальников гражданской защиты могут создаваться и другие формирования служб. [4]

Таким образом, на данный момент существует необходимость в разработке методических рекомендаций, устанавливающих порядок определения потребности в силах и средствах, которые в дальнейшем могут применяться при проведении оперативных расчетов потребности сил и средств гражданской защиты в ходе проведения АСиДНР в зонах разрушений. Методика расчета данная в рекомендациях должна давать возможность по минимальным исходным данным получить обобщенные количественные характеристики состава сил и средств ГЗ для решения определенных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Митрофанов В.А. Особенности логистизации процесса жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Препринт.- СПб.: Изд. СПбГУЭФ, 2001.- стр. 35
2. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 9 сентября 2019 года № 754 «О совершенствовании порядка подготовки населения к действиям в чрезвычайных ситуациях и в области гражданской защиты».
3. Методические рекомендации по расчету потребности сил и средств гражданской обороны для ликвидации последствий прогнозируемых чрезвычайных ситуаций, возникающих (возникших) в зонах разрушений. Республика Беларусь/ ООО «ЮрСпектр», 2016.
4. Методика тактико-специальной подготовки военнослужащих по контракту, органов управления и подразделений МЧС РУ. Ташкент, 2006.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

Новосад Д.В.

Мельник О.Г., кандидат технических наук

Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины

Аннотация. Рассмотрены преимущества и недостатки систем обеспечения гражданской безопасности, что используют проводные (кабельные) и радиоканальные датчики. Определены необходимые технические характеристики для оценки уровня защищенности систем гражданской безопасности, использующих радиоканальную связь между составляющими элементами.

Ключевые слова: беспроводные системы гражданской защиты, радиоканальные датчики, уровень защищенности системы, хаб.

DETERMINATION OF REQUIRED TECHNICAL CHARACTERISTICS FOR ASSESSMENT OF THE PROTECTION LEVEL OF WIRELESS CIVIL PROTECTION SYSTEMS

Novosad D.V.

Melnyk O.G., PhD in Technical Sciences

Abstract. The advantages and disadvantages of civil security systems using wire (cable) and radio channel sensors are considered. The necessary technical characteristics for assessing the level of security of civil security systems using radio channel communication between the constituent elements have been determined.

Keywords: wireless civil protection systems, radio channel sensors, system security level, hub.

В XXI веке развитие беспроводных систем гражданской безопасности, таких как охранных, противопожарных и противоаварийных происходит очень быстро, что заставляет производителей данной продукции постоянно совершенствовать и разрабатывать новые схемотехнические решения для данных систем.

Определенно, одними из самых важных элементов систем противопожарной и техногенной защиты являются извещатели аварийных систем и систем пожарной сигнализации. Эти датчики обнаруживают первые признаки нарушения работы технологического оборудования, признаки возгораний, такие как: задымление, повышение температуры и угарный газ. От скорости выявления этих признаков и надежности передачи сигнала от них в приемные приборы, без преувеличения, зависит уровень обеспечения гражданской защиты населения, территорий, объектов, окружающей природной среды и имущества [1].

Системы обеспечения гражданской безопасности, что используют проводные (кабельные) датчики, вместе с преимуществами имеют и ряд недостатков: тяжесть монтажа, дополнительные материальные затраты на кабельные линии, ухудшение эстетики помещений, подлежащих защите, и др. [2].

Радиоканальные датчики, в отличие от проводных, в этом плане набирают все больше и больше популярности. Благоприятными факторами являются: легкость монтажа, экономия

времени и расходов – за счет отсутствия необходимости прокладки шлейфов от приемных устройств к датчикам, возможность и легкость управления такими системами через мобильные гаджеты. К минусам можно отнести: необходимость установления отдельных источников питания каждого датчика и периодическую их замену, ограниченную дальность работы из-за наличия в зданиях стен, перегородок, оборудования и функциональные ограничения дальности передачи сигнала конкретного типа связи, его перехвата и глушения GSM-сигнала.

Радиоканальные датчики для связи с приемными устройствами, или хабами – центральными систем безопасности, на сегодняшний день используют радиосвязь с различными частотными диапазонами и уровнями защиты, или даже вообще без них [3].

Поэтому встал вопрос определения необходимых характеристик для оценки уровня защищенности систем гражданской безопасности, использующих радиоканальную связь между составляющими элементами, и возможность выхода в сеть интернет для передачи сигналов о своем состоянии.

В первую очередь, сюда следует отнести дальность радиосвязи хаба с датчиками и его уровень защиты. Как только хаб прекращает получать сигнал хотя бы от одного из них, он сразу должен информировать об исчезновении связи с датчиком, также хабы должны сообщать о высоком уровне шума в радиоканале, что может означать намеренное глушение системы или мощный источник помех.

В системах обеспечения гражданской безопасности с радиосвязью обмен данными между устройствами должен быть после шифрования алгоритмом с переменным ключом. Кроме этого, каждое устройство должно иметь уникальный идентификатор, что сделает невозможным подмену устройства.

Хабы должны постоянно следить за состоянием датчиков, а они – регулярно отчитываться перед ним. Если датчик фиксирует опасность, он сразу должен передать информацию хаба, прислать оповещение о тревоге на пульт охраны и гаджеты [4].

Также важным моментом является уровень защиты от «взломов» приложений управления системами, имеющими выход в сеть Internet, как для iOS и Android, так и на ОС Windows или других. Операционные системы реального времени должны иметь иммунитет к вирусам и собственные IoT-протоколы, чтобы исключить возможность использования оборудования систем безопасности в ботнет-сетях.

Таким образом, учет на наличие всех вышеупомянутых технических характеристик элементов систем гражданской безопасности с радиосвязью позволит обеспечить относительно высокий уровень надежности связи и передачи сигнала тревоги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. № 5403-VI URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата обращения: 10.02.2020).
2. Мельник О. Г. Питання надійності зв'язку та передачі сигналу тривоги радіоканальними сповіщувачами систем цивільної безпеки / Мельник Р. П., Мельник О. Г. // Проблеми інформатизації: мат-ли VIII міжнар. наук.-техн. конф. (26-27 листопада 2020). Т. 3. Черкаси: ЧДТУ, 2020. С. 70.
3. SPD-10QR [Електронний ресурс] // Частное предприятие «Артон». – Режим доступа: http://arton.com.ua/products/fire_detectors/radiokanalnij_shlejf/spd_10qr/.
4. Продукты Ajax [Электронный ресурс] // Ajax Systems. – Режим доступа: <https://ajax.systems/ru-ua/why-ajax/>.

ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЮЮ И МИНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ЖИДКОСТЯМИ

Носова М.В.

Середина В.П., доктор биологических наук, профессор

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Аннотация. В работе представлены результаты полевых и лабораторных исследований загрязненных почв пойменных экосистем Западной Сибири. Выявлены особенности распределения высокоминерализованных вод в почвенном профиле, установлена степень и химизм засоления, определены соединения токсичных солей. Предложен способ рекультивации техногенно-засоленных почв.

Ключевые слова: техногенный галогенез, галофиты, экологические свойства, ремедиация.

ENSURING ENVIRONMENTAL ALLUVIAL SOILS IN CONDITIONS OF OIL AND MINERALIZED LIQUIDS CONTAMINATION

Nosova M.V.

Seredina V.P., Grand PhD in Biological Sciences, Professor

National Research Tomsk State University

Abstract. The paper presents the results of field and laboratory studies of contaminated soils of the floodplain ecosystems of Siberia. The features of the distribution of highly mineralized waters in the soil profile have been revealed, the degree and chemistry of salinity and toxic salts have been established. A method for reclamation of technogenic saline soils is proposed.

Keywords: technogenic halogenesis, halophytes, ecological properties, remediation.

В условиях роста техногенной нагрузки на окружающую природную среду актуальными становятся вопросы ее экологического состояния. В соответствии с исследованиями многих ученых [1–6] воздействие нефтяного загрязнения на природные экосистемы связаны с геохимическими и физическими нагрузками. При этом почвы пойменных экосистем обладают самым низким потенциалом к самоочищению от техногенных поллютантов и высокой способностью к аккумуляции всех загрязняющих веществ, поступающих с элювиальных почв водоразделов. Поэтому пойменные почвы являются своего рода индикатором экологического состояния всей системы геохимически сопряженных элементарных ландшафтов.

Процессы самовосстановления природных экосистем не справляются с мощным одноразовым техногенным всплеском, тем самым замедляется время реабилитации природной среды от такого рода загрязнений в условиях Западной Сибири. Поэтому проблема загрязнений высокоминерализованными водами ландшафтов является одной из наиболее ключевых задач, для решения которой требуется разработка комплексного и систематизированного подхода, внедрения новых технологических решений и научной обоснованности. Необходимо отметить, что в настоящее время для почв, подвергшихся техногенному засолению, отсутствует утвержденная технология рекультивации. Поэтому исследования, посвященные практическим аспектам рекультивации таких почв, приобретают особую значимость.

Целью настоящего исследования является выявление особенностей и экологических последствий техногенной трансформации легкорастворимых солей в почвах пойменных экосистем в условиях локального загрязнения нефтью и минерализованными жидкостями и оценка методов возможной их рекультивации.

Основным объектом проведения полевых исследований послужили разливы сырой нефти на территории пойменных экосистем. Почвенные пробы отбирались в трех зонах загрязнения: эпицентр, импактная зона, граница нефтяного пятна. За полевые сезоны было заложено шесть полнопрофильных почвенных разрезов и 25 почвенных прикопок (глубина отбора проб 0-10 и 10-20 см). Условным фоном являлись несколько типов аллювиальных почв: аллювиальная луговая обычная грунтово-глеевая тяжелосуглинистая почва, формирующаяся в центральной части поймы, аллювиальная лугово-болотная среднесуглинистая почва, аллювиальная перегнойно-глеевая ненасыщенная малогумусированная среднесуглинистая. Почвы, подвергшиеся нефтяному загрязнению и засолению минерализованными водами в соответствии с общепринятой классификацией почв [7], являются хемоземами. Определение легкорастворимых солей выполнялось методом водной вытяжки.

При выполнении восстановительных работ необходимо задействовать механизмы естественного рассоления почв. Факторами, влияющими на скорость миграции водорастворимых солей в почве, являются: количество осадков, рельеф участка, температурный режим воздуха, глубина сезонного промерзания почво-грунтов и их фильтрационные свойства. В данных почвах необходим дополнительный полив пресной водой, который обеспечит вымывание солей из верхних и нижних горизонтов почв. Процесс вымывания солей можно интенсифицировать системой дренажных канав. Для экономии времени и снижения затрат по ввозу пресных вод, обустройство данных канав рекомендуется проводить в зимний период и использовать снежные валы. В весенний период, при таянии снега начнется постепенная миграция талых вод внутри почвенного профиля, а затем дождевые осадки и система рассоляющих дренажных канав усилят горизонтальную миграцию водорастворимых солей в верхних горизонтах почв и выравняют их концентрацию в почвенном профиле. Устранение токсичного действия солей предполагается осуществить гипсованием и другими агротехническими приемами.

Завершающим этапом является фитомелиоративный посев аборигенных растений-галофитов, способных к аккумуляции остаточных легкорастворимых солей путем подтягивания их к биогенно-аккумулятивным горизонтам почв (в том числе и при вторичном засолении почв), с последующим удалением соленасыщенной растительной фитомассы и многократным досевом трав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Солнцева Н.П. Эволюционные тренды почв в зоне техногенеза // Почвоведение. 2002. № 1. С. 9–20.
2. Геннадиев А.Н. Нефть и окружающая среда // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2016. № 6. С. 30–39.
3. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Ковач Р.Г., Хлынина Н.И., Хлынина А.В. Углеводородное состояние аллювиальных почв на территории Истринского морфоструктурного узла (Московская область) // Почвоведение. 2016. № 12. С. 1421–1434.
4. Пиковский Ю.И., Смирнова М.А., Геннадиев А.Н. Параметры нативного углеводородного состояния почв различных биоклиматических зон // Почвоведение. 2019. № 11. С. 1307–1321.
5. Середина В.П., Колесникова Е.В., Кондыков В.А., Непотребный А.И., Огнев С.А. Особенности влияния нефтяного загрязнения на почвы средней тайги Западной Сибири // Нефтяное хозяйство. 2017. № 5. С. 108–112.
6. Seredina V.P., Sadikov M.E. The soils of West Siberia middle taiga oil deposits and a predictive estimate of contamination hazard with organic pollutants // Contemporary Problems of Ecology. 2011. V.4. №5. P. 457 – 461.
7. Шишов Л.Л. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Пархоць Анна

Кушнер Т.Л., к.ф.-м.н.

Брестский государственный технический университет

THE ANALYSIS OF DEVELOPING STUDENTS' PRACTICE-ORIENTED COMPETENCE WHEN STUDYING RADIATION SAFETY DISCIPLINE

Parhots Anna

Kushner T.L., PhD in Physics and Mathematics

Brest State Technical University

Аннотация. Рассматриваются итоги тестирования студентов нескольких специальностей по радиационной безопасности, изучающих данную дисциплину в рамках интегрированного модуля «Безопасность жизнедеятельности человека» или как часть дисциплины «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность».

Ключевые слова: радиационная безопасность, практико-ориентированные компетенции, активные методы обучения.

Проблема формирования профессиональных компетенций может успешно решаться в процессе обучения с помощью моделей производственных ситуаций, ситуационных задач и соответствующих деловых игр. Подготовленный специалист, в своей профессиональной деятельности должен предвидеть ее последствия и нести ответственность за результат, обеспечивая тем самым безопасность себе и окружающим. Однако, не менее важным является освоение теоретических знаний, того фундамента, на котором базируется профессионализм в сложной системе безопасности. В области радиационной безопасности невозможно познакомить обучающихся с реальными условиями радиационной аварии, так как невозможно смоделировать ситуацию аварии с соответствующим ей масштабом. Поэтому, необходимо сформировать не только знания, но и умения грамотного поведения в условиях радиационного загрязнения, используя доступную информацию после аварий и военных действий, «накопленных» человечеством.

В учреждении образования «Брестский государственный технический университет» преподавание дисциплины «Радиационная безопасность» студентам всех специальностей университета ведется с 1990 года. За прошедший период учебные программы по данному курсу претерпели ряд изменений. Вместе с тем «Радиационная безопасность» по-прежнему является частью дисциплины «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность» или преподается как дисциплина интегрированного модуля «Безопасность жизнедеятельности человека» [1].

Целью данной работы является анализ результатов тестирования по радиационной безопасности студентов специальностей «Автоматизированные системы обработки информации» (АС-5), «Промышленная электроника» (ПЭ-12, ПЭ-20), «Программируемые мобильные системы» (МС-5), «Вычислительные машины системы и сети» (Э-58), «Производство строительных изделий и конструкций» (СТ-42), «Экономика и управление на предприятии» (ЭУ-37). Тестирование проходило как среди студентов дневной, так и заочной

форм обучения. Необходимо отметить, что количество часов, отводимых на изучение дисциплины «Радиационная безопасность» существенно отличается в зависимости от специальности и формы обучения. Всего в тестировании приняло участие 149 студентов.

В рамках данной публикации невозможно привести все варианты тестовых заданий. В тесте также содержалось большее количество вопросов. Ниже представлена определенная выборка заданий, очерчивающих компетенции в области радиационной безопасности, обусловленные образовательными стандартами указанных специальностей. Содержание тестов и тематика заданий студентам заранее не разглашались. Имелся лишь список необходимой для изучения литературы. Анализ результатов тестирования представлен в таблице.

1. В состав ядер химических элементов входят:

1. протоны и фотоны; 2. протоны и электроны; 3. протоны и нейтроны; 4. электроны и нейтроны.

2. Число радиоактивных ядер уменьшилось за 8 суток в 4 раза. Период полураспада в этом случае будет равен:

1. 2 суток; 2. 3 суток; 3. 4 суток; 4. 5 суток.

3. Слой половинного ослабления для γ -излучения с энергией $E=0,4$ МэВ у железа составляет $\Delta_{1/2}=0,9$ см. Какую толщину железа нужно взять, чтобы ослабить это же γ -излучение в 16 раз.

1. 14,4 см; 2. 7,2 см; 3. 3,6 см; 4. 28,8 см.

4. Если при облучении весь организм человека получил дозу в 0,3 мЗв, то красный костный мозг получил дозу:

1. 2,5 мЗв; 2. 5,0 мЗв; 3. 0,036 мЗв; 4. 0,4 мЗв.

5. Поглощенная доза в 0,5 мГр, полученная при облучении альфа-частицами, эквивалентна поглощенной дозе гамма-излучения, равной:

1. 10 мЗв; 2. 0,025 мЗв; 3. 10 мГр; 4. 40 мГр.

6. Концепция беспорогового действия радиации, означающая, что никакая даже самая малая доза облучения не является для человека безвредной:

1. опровергнута; 2. Подтверждена; 3. не установлена окончательно; 4. справедлива только для стохастических эффектов.

7. В среднем за год доза внешнего облучения от естественных источников для жителя Беларуси составляет:

1. 0,5 мЗв; 2. 0,8 мЗв; 3. 2,4 мЗв; 4. 1,0 мЗв.

8. К искусственным источникам радиации не относится:

1. испытание ядерного оружия; 2. авария на АЭС; 3. космические лучи; 4. медицина.

9. К основным принципам радиационной безопасности не относится:

1. непревышение установленного нормами дозового предела;

2. исключение всякого необоснованного облучения;

3. снижение дозы излучения до возможно низкого уровня;

4. отказ от использования в жизни человека радиоактивных источников.

10. Какова должна быть эффективная удельная активность природных радионуклидов в материалах, применяющихся в строящихся и реконструируемых жилых помещениях:

1. более 370 Бк/кг; 2. более 570 Бк/кг; 3. менее 370 Бк/кг; 4. менее 170 Бк/кг.

11. Какие параметры не подлежат контролю согласно НРБ-2000?

1. объемная и удельная активность радионуклидов в воздухе;

2. радиоактивное загрязнение одежды и обуви;

3. доза и мощность дозы внешнего облучения;

4. радиоактивность космического излучения.

12. К зоне с правом отселения после аварии на ЧАЭС относятся территории с плотностью загрязнения радионуклидами $\text{Cs}137$:

1. 1–5 Ки/км²; 2. 5–15 Ки/км²; 3. 15–40 Ки/км²; 4. 40–100 Ки/км².

Таблица – Результаты тестирования студентов по радиационной безопасности

	Наименование группы						
	АС-5	ПЭ-12	МС-5	ПЭ-20	Э-58	СТ-42	ЭУ-37
Кол-во часов лекций/лабор.	2/2	2/2	6/16	6/16	6/16	18/4	6/8
Форма обучения	заочная		очная				
Форма контроля	экзамен	экзамен	экзамен	экзамен	экзамен	диффер. зачет	диффер. зачет
	Процентная доля правильно данных ответов, %						
1.	82	89	81	90	77	85	83
2.	40	35	86	60	59	69	58
3.	45	71	57	30	36	23	30
4.	41	11	10	10	9	8	4
5.	32	18	38	33	36	46	4
6.	18	11	14	15	27	8	17
7.	22	57	38	25	32	23	21
8.	59	43	67	65	64	69	57
9.	50	71	86	60	55	54	74
10.	13	43	62	70	46	73	52
11.	59	68	71	75	86	76	43
12.	18	46	52	55	55	46	78

Результаты тестирования оказались весьма неоднозначными. Однако прослеживаются определенные тенденции:

- успешнее студенты отвечают на те вопросы, которые прорабатывались в ходе выполнения лабораторных работ (например, вопросы 2, 3);
- выше процент правильных ответов на те вопросы, на которых лектор акцентировал внимание студентов (например, вопросы 8, 9, 10, 11).

Наряду с учебными занятиями на кафедре физики Брестского государственного технического университета работает студенческая научно-исследовательская лаборатория «Радиационная безопасность». В рамках внеучебной деятельности студентами проводятся не только исследования, например, поискового характера, где ими осваиваются навыки работы с научной литературой, но и формируются как коллективные, так и индивидуальные экспериментальные проекты. Работа в лаборатории предполагает применение активных методов обучения, что положительно сказывается на формировании практико-ориентированных компетенций будущих специалистов. Результаты исследований многократно докладывались на республиканских и международных конференциях [2]. Активность студентов при освоении дисциплины «Радиационная безопасность», а также при участии в научно-исследовательской работе учитывается в модульно-рейтинговой системе оценки знаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кушнер, Т.Л. Предмет «Радиационная безопасность» в образовательном процессе / Т.Л. Кушнер [и др.] // Новые образовательные технологии в экологической подготовке студентов : материалы обл. науч.-метод. конф., Брест, 3–4 июня 2005 г. / БрГТУ ; под. ред. П.П. Строкача [и др.]. – Брест, 2005. – С. 53–56.
2. Кушнер, Т.Л. Радиоэкология градостроительства: студенческие исследовательские проекты / Т.Л. Кушнер, А.А. Волчек // Проблемы снятия с эксплуатации объектов ядерной энергетики и восстановления окружающей среды INUDECО : сб. статей II междунар. науч.-практ. конф., Славутич, 25–27 апреля 2017 г. – Славутич, 2017. – С. 99–105.

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Приходько В.А.

Христич Е.В., кандидат технических наук

Національний університет цивільного захисту України

Аннотация. В работе представлены результаты получения и испытаний композитных материалов, обеспечивающих защитные свойства от действия электромагнитного излучения (ЭМИ). Материалы на основе барийсодержащего цемента и заполнителя – гексаферрита бария. Показатели экранирования электромагнитного излучения в диапазоне частот 80 – 100 кГц позволяют использовать данные строительные материалы для защитных сооружений в атомной энергетике, при строительстве и реконструкции объектов гражданской обороны и военного назначения.

Ключевые слова: защитные материалы, барийсодержащий цемент, гексаферрит бария, специальные бетоны, коэффициент экранирования.

COMPOSITE MATERIALS FOR PROTECTION AGAINST ELECTROMAGNETIC RADIATION

Prikhodko V.A.

Khrystych E.V., PhD in Technical Sciences

National University of Civil Defence of Ukraine

Abstract. The paper presents the results of obtaining and testing composite materials that provide protective properties from the action of electromagnetic radiation (EMR). Materials based on barium-containing cement and aggregate - barium hexaferrite. The indicators of shielding electromagnetic radiation in the frequency range 80 - 100 kHz make it possible to use these building materials for protective structures in the nuclear power industry, in the construction and reconstruction of civil defense and military facilities.

Keywords: protective materials, barium-containing cement, barium hexaferrite, special concretes, shielding coefficient.

В настоящее время несоответствие существующих защитных свойств от действия электромагнитного излучения материалов, уровню требований защиты оборудования и живых организмов обуславливает актуальность разработки композитных материалов нового типа, обладающих комплексом заданных эксплуатационных характеристик. По типу физических механизмов, обеспечивающих защитные свойства от действия электромагнитного излучения (ЭМИ), все материалы условно разделяют на три группы: отражающие, поглощающие и комбинированные [1], которые могут быть получены на основе соединений системы $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ за счет варьирования фазового состава в определенной концентрационной области.

Особенностью импульсного электромагнитного излучения является его проникающая способность через различные препятствия, включая стены специальных защитных сооружений [2]. Такое электромагнитное излучение не только оказывает негативное влияние на обслуживающий персонал, но и выводит из строя все электромагнитные приборы в зоне

поражения. Учитывая современную насыщенность электромагнитными приборами различных систем управления, связи, мониторинга, жизнеобеспечения и т.д., проблема защиты таких систем является актуальной проблемой. В условиях использования существующих технологий и материалов постройка защитных сооружений предполагает либо размещение глубоко под поверхностью земли, либо использование толстостенных металлических конструкций. В связи с этим разработка новых материалов, стойких к проникновению электромагнитного излучения, позволит существенно упростить конструкцию защитных сооружений и повысить степень защищенности.

При исследовании свойств разработанных защитных материалов, образцы барийсодержащего цемента и бетона на его основе изучались на двухпозиционной установке квазиоптического типа. В ходе испытаний проведено измерение коэффициента прохождения излучения по мощности и коэффициента отражения на частотах 80, 84, 88, 92, 96 и 100 кГц. Коэффициент поглощения электромагнитной волны рассчитывался по формуле:

$$A = 1 - (R + T),$$

где A – коэффициент поглощения, дБ; R – коэффициент отражения, дБ; T – коэффициент прохождения, дБ.

Коэффициент экранирования электромагнитной волны (E , дБ) рассчитывался по следующей формуле:

$$E = A + R$$

Результаты исследований защитных свойств составов барийсодержащего цемента и бетона на его основе представлены на рис.1.

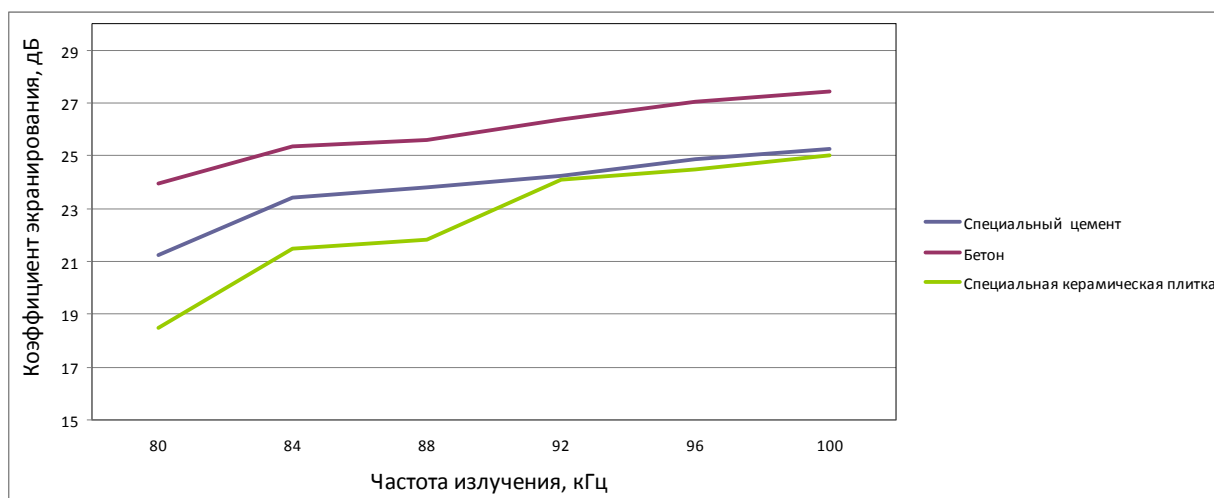


Рис.1 Сравнительная характеристика коэффициента экранирования материалов (толщина 10 мм) от частоты излучения

Согласно исследованиям, можно сделать вывод, что образцы из разработанного материала имеют высокие показатели коэффициента экранирования по сравнению с известными защитными материалами, что позволит на порядок снизить напряженность электромагнитного излучения в частотном диапазоне от 80 кГц до 100 кГц, в среднем почти в 10 раз.

Применение разработанных композитных материалов позволит существенно упростить конструкцию защитных сооружений и повысить степень защищенности электрооборудования от негативного влияния электромагнитного излучения на обслуживающий персонал и различные системы управления, связи, мониторинга, жизнеобеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барийсодержащие тугоплавкие материалы специального назначения: монография. / Г.Н. Шабанова, С.М. Логвинков, А.Н. Корогодская, Е.В. Христич, М.Ю. Иващенко, О.В. Костыркин. – Х.: ФЛП Бровин А.В, 2018. – 292 с. (на русском языке).
2. Procedure for Implementation of the Method of Artificial Deposition of Radioactive Substances from the Atmosphere. / Kustov M., Slepuzhnikov E., Lipovoy V., Khmyrov I., Dadashov Ilgar Firdovsi, Buskin O. // Nuclear and Radiation Safety. 2019. Issue 3 (83). P. 13-25.

УДК 541.13+1

АВАРИЙНЫЕ СОБЫТИЯ, ПРОИЗОШЕДШИЕ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ В РОССИИ ЗА ПЕРИОД 1992 – 2019 ГОДЫ

Титов С.А.

Барбин Н.М., доктор технических наук, доцент

Кобелев А.М.

Прытков Л. Н.

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России

Аннотация. В работе рассмотрены и проанализированы аварийные события, произошедшие на атомных электростанциях в России за период с 1992 по 2019 год. Проведен системный и статистический анализ, определены основные причины возникновения аварийных ситуаций.

Ключевые слова: атомные электростанции, аварийные ситуации, аварии, инциденты, реакторы, выброс радиоактивности.

EMERGENCY EVENTS THAT OCCURRED AT NUCLEAR POWER PLANTS IN RUSSIA DURING 1992 - 2019 YEARS

Titov S.A.

Kobelev A. M., Gran PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Barbin N.M.

Prytkov L.N.

Abstract. The work considers and analyzes emergency events that occurred at nuclear power plants in Russia for the period from 1992 to 2019. A systematic and statistical analysis was carried out, the main causes of emergencies were identified.

Keywords: nuclear power plants, emergency situations, accidents, incidents, reactors, emission of radioactivity.

Атомная энергетика России занимает второе место среди стран Европы по мощности атомной генерации. В Российской Федерации активно эксплуатируется 10 атомных электростанций (АЭС), в промышленной эксплуатации находятся 35 энергоблоков. Суммарная установленная мощность всех энергоблоков составляет 27,89 ГВт. Они вырабатывают более 18% всего производимого электричества в стране. Несмотря на то, что выработка электроэнергии на АЭС является экологически чистым способом, последствия

неполадок ощущают во всем мире. Аварии на атомных электростанциях являются масштабными техногенными катастрофами [1-2].

В работе рассмотрены и проанализированы аварийные события, произошедшие на АЭС в России за период с 1992 по 2019 год. Проведен системный и статистический анализ, материалы были взяты из источников [3-4].

В Российской Федерации за анализируемый период зарегистрировано четырнадцать аварийных событий на АЭС, из которых было тринадцать инцидентов и одна авария. Самое большое количество инцидентов произошло по технической неисправности. Первый случился 4 ноября 2004 года на Балаковской АЭС. Данный инцидент был связан с неисправностью в паропроводной системе на блоке №2, что привело к аварийному отключению 2-го энергоблока реактора ВВЭР. Вторым возник 10 февраля 2008 года на Курской АЭС. Аварийная ситуация связана с возгоранием на щеточно-контактном аппарате генератора № 1 реактора РБМК. Последствия инцидента - крупный пожар. Третий случился 19 сентября 2008 года на Балаковской АЭС. Связан он с отключением энергоблока № 2 реактора ВВЭР из-за понижения уровня в демпферном маслобаке системы уплотнения вала генератора. Четвертый произошел 12 ноября 2008 года на Балаковской АЭС. Инцидент был связан с отключением главного циркуляционного насоса на блоке №2 реактора ВВЭР. Пятый зафиксирован 18 декабря 2015 года на Ленинградской АЭС. В ходе эксплуатации возник прорыв паропровода низкого давления с выбросом пара на деаэрационной установке 2-го энергоблока реактора РБМК. Последствия - остановка реактора. По причине короткого замыкания произошло три инцидента. Первый случился 12 февраля 2008 года на Ленинградской АЭС. Возникло короткое замыкание и аварийное снижение мощности на энергоблоке №4 реактора РБМК из-за попадания воды в обмотку статора электродвигателя. Второй инцидент был 18 февраля 2008 года на Нововоронежской АЭС. Из-за попадания воды на датчики контрольно-измерительной аппаратуры случилось аварийное снижение мощности на блоке №4 реактора ВВЭР, что привело к короткому замыканию и аварийному снижению мощности реактора. Третий инцидент случился 18 июля 2019 года на Калининской АЭС, произошло короткое замыкание и отключился энергоблок №4 реактора ВВЭР. Последствия - загорание трансформатора для собственных нужд станции. Два инцидента были связаны со сбоем автоматики. Первый возник 31 августа 2008 года на Балаковской АЭС. В ходе эксплуатации произошла аварийная остановка, которая была связана со сбоем в работе системы управления на блоке №2 реактора ВВЭР. Второй случился 12 ноября 2008 года на Нововоронежской АЭС, который был связан со срабатыванием аварийной защиты энергоблока № 4 реактора типа ВВЭР. По вине персонала было зафиксировано два инцидента. Первый произошел 22 декабря 1992 года на Белоярской АЭС. При перекачке радиоактивных отходов из-за халатного отношения персонала станции было затоплено помещение обслуживания насосов радиоактивными отходами на блоке №3 реактора на быстрых нейтронах (БН) Последствия случившегося - выбросы радиоактивности в атмосферу. Второй был зафиксирован 20 мая 2004 года на Ленинградской АЭС. Из-за несанкционированного нажатия аварийной кнопки в операционном зале произошла аварийная остановка четвертого энергоблока реактора РБМК. Тринадцатый инцидент возник 18 февраля 2018 года на Курской АЭС. По неизвестным причинам возгорелся трансформатор для собственных нужд станции, что привело к отключению четвертого энергоблока реактора РБМК. Одна авария случилась 24 марта 1992 года на Ленинградской АЭС. Из-за ошибочных действий персонала разгерметизировался технологический канал реактора РБМК, что привело к аварийной остановке реактора и выбросу радиоактивности в атмосферу [3-4].

За период с 1992 – 2019 год зарегистрировано 13 инцидентов и 1 авария. Самое большое количество инцидентов было зафиксировано на Балаковской АЭС – 29%: в 2004, 2008, 2008, 2008 годах. На Ленинградской АЭС – 29%: 2004, 2008, 2015 годах и одна авария 1992 году. На Курской АЭС – 14%: 2008, 2018 годах. На Нововоронежской АЭС – 14%: 2008, 2008 годах. На Калининской АЭС – 7%. Инцидент произошел в 2019 году и на Белоярской АЭС в 1992 году (рис. 1).



Рис. 1. Процентное соотношение возникновения аварийных событий на АЭС в России

За данный период аварийные события чаще всего происходили по техническим неисправностям. Количество аварийных ситуаций, произошедших по техническим неисправностям – 35%, из-за коротких замыканий – 22%, по вине персонала – 22%, из-за сбоев автоматики – 14% и по неизвестным причинам – 7% (рис. 2).



Рис. 2. Основные причины возникновения аварийных ситуаций на АЭС

Проанализировав аварийные ситуации на АЭС в России за 1992-2019 годы, приходим к выводу, что самое большое количество аварийных событий произошло на Балаковской и Ленинградской АЭС (58 % всех аварийных случаев). Основными причинами возникновения аварийных событий были технические неисправности (35% всех аварийных случаев). Для обеспечения безопасной деятельности АЭС необходимо учитывать все факторы, способствующие возникновению аварийной ситуации с этапа проектирования и заканчивая этапом снятия с эксплуатации станции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»: официальный сайт. Режим доступа: <http://www.rosatom.ru/>
2. Титов С.А. Аварийные ситуации на АЭС в США, России и в странах западной Европы за период 1972-1982 годы / С.А. Титов, Н.М. Барбин, И.А. Зубарев, А.М. Кобелев // В сборнике: Комплексные проблемы техносферной безопасности. Кампания "Мой город готовится": задачи, проблемы, перспективы. сборник статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции. 2020. С. 256-258.
3. Межведомственная информационная система по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения и проблемам преодоления последствий радиационных аварий. Режим доступа: <http://rb.mchs.gov.ru/folder/8961>
4. Аварии и инциденты на атомных электростанциях. Учебное пособие под общей редакцией С.П. Соловьева. Обнинск, ИАТЭ, 1992, 198 с

ПРОЦЕСС ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗА БЕЗОПАСНОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Урдин М.О.

Сафонова Н.Л.

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. Статья посвящена одной из основных причин потери прочности конструктивных элементов самолетов – переменной нагрузки. При прогнозировании учитываются опасные отказы силовых элементов конструкции. Методики расчета конструкций разработаны для самолетов гражданской авиации.

Ключевые слова: безопасность полетов, усталостные разрушения, переменная нагрузка, надежность эксплуатации, критичность отказа.

PROBABILITY ANALYSIS OF AIRCRAFT SAFETY

Urdin M.O.

Safonova N.L.

Abstract. The article is devoted to one of the main reasons for the loss of strength of structural elements of aircraft - variable load. When predicting, dangerous failures of structural elements are taken into account. Structural calculation methods have been developed for civil aircraft.

Keywords: flight safety, fatigue failure, variable load, operational reliability, criticality of failure.

Безопасность полетов воздушных судов непосредственно связана с долговечностью конструкций.

Конструкцию называют безопасной в эксплуатации, если требуются минимальные проверка и ремонт при удовлетворительном выполнении основных функций. Удовлетворительное выполнение означает незначительную вероятность разрушения конструкции для самолетов гражданской авиации или приемлемо низкую вероятность разрушения для военных самолетов. Безопасность пассажиров и экипажа самолетов гражданской авиации имеет первостепенное значение.

Необходимый срок службы самолета гражданской авиации определяют исходя из всесторонних экономических соображений. Он составляет 10-15 лет. Конструктор, прежде всего, пытается обеспечить более длительную эксплуатацию самолета без образования трещин. Для обеспечения эксплуатационной живучести конструкции должны быть известны опасные зоны, в которых могут происходить усталостные разрушения до отработки назначенного ресурса; все зоны предполагаемых усталостных повреждений должны быть доступны для периодического контроля; остаточная прочность конструкции с трещинами, размеры которых контролируются, должна быть не ниже допустимой; скорость развития усталостных трещин не должна превышать заданных ограничений, которые обеспечивают безопасность полетов; периодичность контроля и разрешающая способность средств контроля должны обеспечивать высокую вероятность обнаружения допустимых повреждений.

Одной из основных причин потери прочности конструктивных элементов самолетов является многократно повторяющаяся за время эксплуатации переменная нагрузка (напряжение). Наиболее характерным признаком разрушения является развитие усталостной трещины. Такие трещины являются сильным концентратором напряжений и при дальнейшем

воздействии переменных нагрузок становятся местом усталостного разрушения элемента конструкции.

Ввиду очень большого количества влияющих факторов и значительной сложности процессов утраты работоспособности технических устройств на практике представляется весьма сложным точное определение времени их надежной работы. Для этого широко используют вероятностные методы.

Прогнозирование и оценка вероятности летных происшествий, в том числе связанных с отказами по причине усталостных разрушений самолетных конструкций, позволяют обоснованно назначать продленный ресурс и соответственно корректировать регламенты их эксплуатационного обслуживания. Отказоустойчивая эксплуатация авиационной техники должна основываться на знании природы отказов, имеющих наибольшую вероятность возникновения в данных условиях эксплуатации, а также на достоверной статической информации бортовых и наземных диагностических систем.

При прогнозировании учитываются опасные отказы силовых элементов конструкции, в том числе катастрофические разрушения фюзеляжа из-за усталостных трещин, достигших критической длины.

Методики расчета конструкций, надежных в эксплуатации, разработаны главным образом для самолетов гражданской авиации.

Алгоритм основывается на математической безопасности функционирования летательного аппарата. Модель может быть представлена в следующем виде:

$$P_{\text{ср}} = KP_0P_1P_2P_3,$$

где K – экспериментальный коэффициент;

P_0 – вероятность наступления критических отказов, приводящих к летным происшествиям;

P_1 – вероятность опасных единичных разрушений;

P_2 – вероятность опасных парных (зависимых) отказов;

P_3 – вероятность отказов, обусловленных человеческим фактором.

Критичность отказа при этом оценивается некоторым удельным средним числом аварий

$$n = \frac{M(N)}{T},$$

где $M(N)$ – математическое ожидание числа аварий за 10^5 ч налета;

T – продолжительность полетов.

Определив возможность наступления n авиационных происшествий для некоторого исходного события и установив, что авария может наступить при реализации любого из них, по формуле полной вероятности можем рассчитать вероятность аварии $P(A)$ при наступлении исходного события A (риск аварии):

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i) \cdot P(A/H_i),$$

где $P(H_i)$ – вероятность наступления i -го происшествия за время T ;

$P(A/H_i)$ – условная вероятность i -го происшествия для данного исходного состояния;

H_i – i -е летное происшествие (авария).

Учитывая практически небольшую частоту наступления событий, принимаем распределение их вероятностей пуассоновским. Тогда интенсивность наступления аварий определяется по формуле:

$$P(A) = \lambda \sum_{i=1}^n P(H_i) \cdot P(A/H_i),$$

где λ – интенсивность наступления исходных событий.

Таким образом, последнее выражение позволяет более оперативно рассчитывать риск аварий, упрощенно представляя его как частоту аварий в единицу времени.

Приведенные зависимости и основные положения используются в процессе вероятностного анализа безопасности летательных аппаратов и определяют основные принципы их проектирования и эксплуатации. Самые ответственные узлы и стыки панелей крыла и фюзеляжа следует проектировать по принципу обеспечения безопасного ресурса; все остальные силовые элементы ЛА должны одновременно соответствовать требованиям допустимых повреждений и безопасных разрушений, в том числе по критерию усталостной прочности. В соответствии с этими требованиями постоянно совершенствуются нормы летной годности самолетов. Так, в Авиационных правилах для самолетов транспортной категории наряду с принципами безопасного ресурса вводится принцип эксплуатационной живучести. Большое значение придается обеспечению живучести конструкций на случай усталостных повреждений. Определяется характер и степень повреждения элемента конструкции для гарантированного сохранения прочности при эксплуатационной нагрузке.

Основанием для принятия решения о дальнейшей эксплуатации стареющих ЛА должны являться положительные результаты комплекса научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, тщательный анализ опыта эксплуатации и постоянная корректировка методов эксплуатации и технологий ремонта. Исключительное значение при этом имеют расчетно-экспериментальные исследования эксплуатационной живучести, усталостные испытания полноразмерных конструкций после длительной эксплуатации ЛА, использование современных диагностических методов, индивидуальный подход к продлению ресурса конкретного экземпляра ЛА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авиация — коммерческая, гражданская, спецавиация [Электронный ресурс] <http://ooobskspetsavia.ru/2015/11/04/obshhaya-ocenka-ekspluatacionnoj-prochnosti-samoleta/> (Дата обращения: 17.02.2021 г.).

УДК 502.3

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ

Эльман К.А., Срыбник М.А.

Сургутский нефтяной техникум (филиал) ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

Аннотация. На сегодняшний день, актуальным является вопрос экологических рисков, которые, как правило, возникают в ходе не только добычи нефти, а также при ее транспортировке. В данной работе рассматривается комплексная оценка экологических рисков, которые возникают при транспортировке нефти на территории Российской Федерации, а именно Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Ключевые слова: нефть, экология, риск, экологический риск, чрезвычайные ситуации.

THE MAIN ASPECTS OF ENVIRONMENTAL RISKS ARISING FROM THE TRANSPORTATION OF OIL

Elman K.A., Srybnik M.A.

Surgut Oil Technical School (branch) of Ugra State University»

Abstract. Today, the issue of environmental risks, which, as a rule, arise during not only oil production, but also during its transportation, is relevant. In this paper, we consider a comprehensive assessment of environmental risks that arise during the transportation of oil on the territory of the Russian Federation, namely the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Ugra.

Keywords: oil, ecology, risk, environmental risk, emergency situations.

Известно, что важнейшим природным ресурсом, которое определяет состояние мировой экономики в целом, является нефть. Как правило, данный природный ресурс более рентабелен при добычи, а также при переработки нежели другие полезные природные ископаемые. Помимо этого у нефти обширный список получаемых из нее продуктов [1]. Также стоит отметить, что «черное золото» опасно для экологии при ее извлечении и транспортировке, которая бывает следующих видов: железнодорожный, водный, автомобильный и трубопроводный. Для максимального снижения аварий связанных с нефтью, стоит уделить внимание вопросу комплексной оценки экологических рисков, которые могут возникать при ее транспортировке [2].

Что же такое экологический риск? Известно, что под термином экологический риск подразумевается количественная и качественная оценка возникающей экологической опасности неблагоприятных воздействий на охрану окружающей среды в целом. В результате чего, определение экологического риска дает возможность осуществлять прогнозы экологических опасностей для разных отраслей промышленности.

Ханты-Мансийский автономный округ – Югры является «золотой жилой» природной маслянистой горючей жидкости, в результате чего, вопрос экологических рисков при ее транспортировки на территории Западной Сибири значительно выше, в отличие от других регионов, из-за природно-климатических условий и ряда других показателей [4].

Комплексная оценка экологических рисков, которые возникают при транспортировке нефти включает в себя кластер оценки экологического риска, в который входят аспекты математико-статистического и эколого-экономического характера, а также физико-химический и эколого-токсикологический аспекты [3].

1. Математико-статистический аспект – направлен на оценку вероятности возникновения аварий. Данный аспект позволяет устанавливать причины аварий и направлен на их ликвидацию. В общем случае потери в производственной и непроизводственной сфере жизнедеятельности человека и вред окружающей природной среде проявляются не только в результате аварии, но и при штатной эксплуатации нефтедобывающих объектов. Поэтому полный риск эксплуатации нефтедобывающих объектов количественно может быть определен как произведение величины ущерба на вероятность события, вызывающего этот ущерб.

2. Физико-химический аспект – включает в себя учет элементного состава нефти, нефтепродуктов, их миграцию в окружающей среде. Известно, что при поступлении на земную поверхность нефть оказывается в качестве новых условиях существования.

3. Эколого-токсикологический аспект – направлен на оценку опасности для экосистем в целом, вследствие химического загрязнения из-за выбросов в атмосферу летучих нефтепродуктов, а также продуктов сжигания нефтяного газа. В настоящее время общепризнано негативное воздействие загрязнения атмосферы на различные виды растительности.

4. Эколого-экономический аспект – это взаимосвязь оценки экологического ущерба в результате нанесенного окружающей среде. Расчет причиненного экологического ущерба в результате нефтеразливов производится в соответствии с Постановлением Правительства РФ «Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия» и Федеральным законом «Об охране окружающей среды». В расчетах учитывается эффективность действий аварийно-спасательных сил при локализации аварий и сборе разлившегося продукта. Под экологической безопасностью нефтяных и газовых трубопроводов понимается свойство этих объектов сохранять при функционировании такое состояние, при котором ожидаемый вред, причиняемый природе и здоровью человека, не превышает допустимого по социально-экономическим соображениям: т.е. совокупная польза от эксплуатации трубопровода должна быть существенно выше величины возникающих экологических ущербов. Только в противном случае можно утверждать о проявлении угрозы экологической безопасности рассматриваемого объекта [5].

В результате, комплексная оценка экологического риска направлена на выявление, анализ, прогноз степени экологической опасности неблагоприятных воздействий на охрану окружающей среды, при транспортировке нефти и нефтепродуктов.

В результате, можно сделать вывод, о том что, если рассматривать комплексную оценку анализа риска влияния разливов нефти непосредственно на состояние растительного покрова с применением космических снимков, можно установить взаимосвязь следующих показателей, а именно: выявление нефтеразливов и оценка их площадей, расчет площадей нефтезагрязнения типов растительного покрова, расчет вегетационного индекса NDVI - Normalized Difference Vegetation Index, а также разработку методики картографирования зон влияния возможных нефтеразливов, картографирование зон влияния возможных нефтеразливов, а также определение площадей территорий находящихся в зоне влияния возможных нефтеразливов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Срыбник М.А., Эльман К.А. Сравнительный анализ загрязнения окружающей среды при строительстве нефтяных скважин // В книге: Сборник тезисов VI региональной молодежной конференции им. В. И. Шпильмана "Проблемы рационального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири". Мин-во образования и науки Рос. Федер., БУ ХМАО-Югры «Музей геологии, нефти и газа», ФГБОУ «Югорский государственный ун-т», Региональное отд-ние Рус. Географич. Общества в ХМАО-Югре. 2018. С. 35-37.
2. Срыбник М.А., Эльман К.А. Анализ экологической сертификации предприятий на основе международных стандартов // В сборнике: Стандартизация и сертификация: опыт стран Европейского союза и перспективы сотрудничества для России. материалы Международной научно-практической конференции. ответственный редактор И.А. Волкова. 2018. С. 392-395.
3. Эльман К.А. Оценка нормирования состояния окружающей среды геологии нефти и газа // В сборнике: Экосистемные услуги и менеджмент природных ресурсов. Материалы международной научно-практической конференции. Тюмень, 2020. С. 239-240.
4. Эльман К.А., Срыбник М.А. Правовые аспекты охраны окружающей среды в области охраны труда на нефтеперерабатывающем предприятии // В сборнике: Актуальные проблемы биологии и экологии. Материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 282-285.
5. Эльман К.А. Охрана труда в современных условиях геологии нефти и газа // В сборнике: Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах. Материалы XIII Международной научно-практической конференции. Под редакцией С.Г. Костюк. 2019. С. 218-1-218-4.

Научное издание

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Сборник материалов
XV международной научно-практической молодых ученых

(7-8 апреля 2021 года)

В двух томах
Том 1
Часть 2

Ответственный за выпуск: В.А. Кудряшов
Компьютерный набор и верстка: Э.Г.Говор

Подписано в печать 05.04.2021.
Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Цифровая печать.
Усл. печ. л. 26,27. Уч.-изд. л. 24,77.
Тираж 9. Заказ 028-2021.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/259 от 14.10.2016.
Ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск.