

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 1

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. Ильюшонко;

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.1. – Минск : УГЗ, 2021. – 316 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 № 1 «ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ЛЕСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПОЖАРЫ И БОРЬБА С НИМИ»

<i>Mukimov Kh.N., Kasimova G.A.</i> New polymer additives to modification of building constructions	7
<i>Shukurov.R.A., Ismailov.R.A.</i> Treatment of water from harmful substances in the jeyranbatan water reservoir	10
<i>Абдукадиров Ф.Б., Саттаров З.М., Муродов Б.З.</i> Новые огне- и термостойкие фосфониевые полимеры	12
<i>Абдукадиров Ф.Б., Касимов И.У.</i> Новые полимерные антипирены для деревянных строительных конструкций	15
<i>Абдукадиров Ф.Б., Холиёров А.А., Сабуров Х.М., Касимов И.У.</i> Влияние надмолекулярной и морфологической структур целлюлозы на ее огнезащитные характеристики	18
<i>Аганов А.А., Донцов С.А.</i> К вопросу тушения лесных пожаров в Российской Федерации	21
<i>Адольф И.И., Товарянский В.И.</i> О вопросе обеспечения пожарной безопасности предприятий швейной промышленности	24
<i>Антоненко М.А., Пасовец В.Н.</i> Анализ причин возникновения пожаров на сельскохозяйственной технике	26
<i>Бабаев Р.Н., Полипчак Д.А., Боев И.В., Митрохин В.В., Хрулев А.В., Дали Ф.А.</i> Актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности на объектах защиты	29
<i>Баев Н.Н., Гоман П.Н.,</i> Разработка алгоритма работы программного обеспечения для определения уровня чрезвычайной ситуации, связанной с лесными пожарами	32
<i>Барановский А.С., Усолкин С.В., Барановская Е.Н., Кодеба В.М., Никитин В.И.,</i> Техническое регулирование в области пожарной безопасности в России и Беларуси	34
<i>Бенеш Э.В., Пархоменко В.</i> Влияние гексафторсиликата меди(II) на показатели группы горючести эпоксиаминных композиций	37
<i>Благинин С.А.</i> Вспучивающиеся огнезащитные покрытия	39
<i>Бондаренко Ю.И., Петухова Е.А., Горносталь С.А.</i> Современные технологии для контроля над состоянием систем противопожарного водоснабжения	41
<i>Братчиков А.В., Горшков А.Г.</i> Меры по снижению вредных факторов в производственных процессах	44
<i>Вассиев Э.Н., Атабаев Ш.</i> Способ определения эксплуатационного срока службы огнезащитных покрытий в условиях неопределенности состава	47
<i>Вилисов В.Я., Топольский Н.Г.</i> Оценки страхового обеспечения пожарной безопасности	49
<i>Виль М.Ю., Трегубов Д.Г.</i> Предотвращение микробиологического самовозгорания ионизирующим облучением	52
<i>Вовченко В.А., Ураков Е.О., Матухно В.В.</i> Комплексная система мониторинга по предотвращению лесных пожаров	55
<i>Володченков Р.Б., Чистяков А.А., Сидоркин В.А.</i> Современные аспекты подготовки добровольных пожарных участвующих в тушении лесных пожаров	58
<i>Волосач А.В.</i> Изменение поверхностной твердости ячеистых бетонов, подвергшихся температурному воздействию	61
<i>Волошенко А.А.</i> Разработка информационно-аналитическая оценка противопожарного расстояния от границ открытых площадок автотранспортных средств	63
<i>Гараев Ю.В., Палубец Н.С., Осяев В.А.</i> Активная молниезащита и её эффективность	66
<i>Головченко Е.В., Антошкин А.А.</i> Возможность использования математического аппарата для решения задач покрытия в области пожарной безопасности	69
<i>Грицюк Р.И., Ференц Н.А.</i> Исследование опасных факторов пожара для расчета времени эвакуации	71
<i>Гутовский А.В., Латышенко К.П.</i> Выбор факторов, влияющих на температуру воздуха во внутреннем пространстве спасательного устройства	73
<i>Давыдик М.А., Бирюк В.А.</i> Использование симплекс-решетчатых планов шевфе для оптимизации составов противопожарных стекол с заданным комплексом свойств	76
<i>Джакубалиев Р.Р., Чистяков И.М.</i> Определение наиболее эффективных способов разветвления сил и средств при подачи огнетушащих веществ к очагу пожара на этажи здания звеном ГДЗС	79
<i>Джафаров Э.А., Рытова Д.В., Гелзим М.А., Бабаев Р.Н., Дали Ф.А.</i> Пожароопасные ситуации на объектах нефтегазовой отрасли социально-экономического сектора	87
<i>Дмитриев Д.Д., Ляшко Д. Н., Кузнецова Н.Н.</i> Роль геоинформационных технологий в решении задач предупреждения ЧС подразделениями МЧС России	89
<i>Драпей В.С., Ференц Н.А.</i> Влияние высоких температур на свойства отходов цеолитных катализаторов типа «Цеосор 5а»	91

<i>Жумаев К., Мухамедгалиев Б.А.</i> Перспективность применения фосфорсодержащих антипиренов для снижения горючести полимеров	93
<i>Жумаев К., Мухамедгалиев Б.А.</i> Основные требования к горючести древесины применяемой в строительстве	96
<i>Жумаев К., Мухамедгалиев Б.А.</i> Снижение вредных воздействию продуктов горения древесины	99
<i>Задурова А.А., Джафаров Э.А., Попивчак И.И.</i> Моделирование процесса эвакуации при пожаре в ночном клубе с применением байесовских сетей	102
<i>Захаров Д.Ю., Шипилов Р.М., Литов К.М.</i> Исследование расхода дыхательной смеси при использовании спасательного устройства	104
<i>Захаров М.Э., Рудаков С.В.</i> Воздействию тока искусственной молнии на противопожарную стойкость кабельной продукции	106
<i>Зубань В.В., Арсланов А.М., Копченев В.Н., Полтавец Д.В., Григорьев А.В.</i> Лесные природные пожары в Российской Федерации в период с 2016 по 2020гг. и борьба с ними	109
<i>Зубчик А.В., Олейник В.В.</i> Возможности метода индикаторных газов при определении параметров очага термической активности растительного сырья	112
<i>Зязюля У.В., Касперов Г.И.</i> Оценка опасности подтопления территории грунтовыми водами при аварии на водоеме карьерного типа	114
<i>Зязюля У.В., Касперов Г.И.</i> Применимость термина «Риск возникновения чрезвычайных ситуаций» для водоемов карьерного типа	116
<i>Ивасюк Р.М., Харышын Д.В.</i> Условия изменения режимов течения неньютоновских жидкостей	118
<i>Казанцев С.Г., Шипилов Р.М., Смирнов В.А.</i> Адаптивность дополнительных нормативов к работе с выдвигной трёхколенной лестницей	120
<i>Калантарли А.Т., Суриков А.В.</i> Расчет видимости при пожаре в складе с высотным стеллажным хранением при различных схемах его защиты и алгоритмами взаимодействия установок пожарной автоматики	123
<i>Калантарли А.Т., Суриков А.В.</i> Обоснование расчетных сценариев моделирования пожара для определения оптимального алгоритма взаимодействия систем пожарной автоматики склада с высотным стеллажным хранением	126
<i>Калиев О. С., Федоров А.В., Романюк Е.В.</i> Совершенствование систем аспирации для технологических операций, связанных с выделением горючей пыли	129
<i>Кириченко Е.П., Мотричук Р.Б., Мельник В.П.</i> Влияние технологических параметров изделий на основе пиротехнических алюминийево-магниево-оксидов металлов на температуру и состав продуктов их сгорания	133
<i>Кирьянко Д.В., Горшков А.Г.</i> Меры по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса	136
<i>Ковалева С.Д., Низметов Т.Г., Савинов А.М., Низметов Г.М.</i> Оценка несущей способности высоковольтных опор линий электропередач (ВЛЭП) методом динамико-геофизических испытаний после воздействия лесных пожаров	138
<i>Ковальчук Н.В.</i> Особенности функционирования Федеральной противопожарной службы в Российской Федерации	140
<i>Колесник В.Д., Пелешко М.З.</i> Пожарная безопасность в учреждениях здравоохранения	144
<i>Коткова Е.А.</i> Оценка риска при пожарах в зданиях с массовым пребыванием людей: возможности применения методов имитационного моделирования и машинного обучения	146
<i>Кошелева Е. В., Клинтух Е. А., Кадочникова Е.Н.</i> Развитие возможных пожаров, возникающих вследствие реализации инициирующей пожароопасную ситуацию событий	149
<i>Крючков Г.И., Голованов В.И.</i> Обзор нормируемых температурных режимов пожара при оценке огнестойкости стальных конструкций	151
<i>Кудым А.Е., Кадочникова Е.Н.</i> Пожарная опасность производства теплоизоляционных материалов	155
<i>Кузнецов М.В.</i> Использование микро- и нанопористых сорбентов на основе стеклотканей, модифицированных привитыми поверхностными соединениями, для предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	157
<i>Кузнецов М.В.</i> Возможность утилизации больших количеств отработавших ресурс хранения взрывчатых веществ (вв) с использованием каталитических технологий для получения полезных химических продуктов	159
<i>Кузьменок И.Н., Булавка Ю.А.</i> Обеспечение безопасности при обращении с нефтепродуктами на автозаправочных станциях	161
<i>Кулагин А.В., Авраменко И.А.</i> Лесные пожары как экологическая проблема	164
<i>Куликов И.М., Бубнов В.Б.</i> Моделирование процессов истечения через порывы в эксплуатируемых газопроводах	166
<i>Кураченко И.Ю., Кудряшов В.А., Жамойдик С.М.</i> Экспериментальный фрагмент каркасного здания для исследования огнестойкости железобетонного монолитного перекрытия в рамках натурных огневых испытаний	169

<i>Лембович А.С., Климчик Г.Я.</i> Влияние лесных пожаров на живой напочвенный покров в ГЛХУ «Воложинский лесхоз»	171
<i>Леонтьева М.С.</i> Пожарная опасность железнодорожных грузоперевозок Российской Федерации и Республики Беларусь	174
<i>Литяга А.В., Курбанова М.А.</i> Исследование борсодержащего кремнийорганического антипирена	176
<i>Логвинова Е.В., Актерский Ю.Е.</i> Анализ основных показателей и факторов оценки пожарной опасности объектов нефтегазового комплекса арктической зоны Российской Федерации	179
<i>Магомедов М.Д., Салихова А.Х.</i> Расчетное обоснование взрывозащиты здания газорегуляторного пункта	182
<i>Малый И.А., Закинчак А.И.</i> Направления развития единой государственной системы предупреждения и ликвидации катастроф и стихийных бедствий в России	186
<i>Мансуров Т.Х., Беззапонная О.В., Головина Е.В.</i> Оценка огнезащитной эффективности огнезащитных кабельных покрытий при воздействии температурного режима стандартного пожара	189
<i>Матвийчук В.В., Ференц Н.А.</i> Огнезащита воздуховодов системы вентиляции деревообрабатывающих цехов	192
<i>Мельник Д.И., Горносталь С.А., Петухова Е.А.</i> Построение моделей расходов воды из дополнительных пожарных кран-комплектов отелей	194
<i>Миллер М.В., Максаков Д.С., Сырбу С.А., Салихова А.Х.</i> Исследование огнезащитных составов на основе афламмита	197
<i>Мукимов Х.Н., Мухамедов Н.А., Касимова Г.А.</i> Новые высокомолекулярные огнезащитные составы для строительных конструкций из техногенных отходов	199
<i>Муравейко Е.С., Климчик Г.Я.</i> Динамика лесных пожаров и их последствия в ГЛХУ «Любанский лесхоз»	202
<i>Муродов Б.З., Саттаров З.М.</i> Огнестойкие и антикоррозионные покрытия для резервуаров нефтехранилищ	205
<i>Мухамедов Н.А., Мукимов Х.Н., Касимова Г.А.</i> Разработка добавок нового поколения для получения огне- и жаропрочных бетонов	208
<i>Нехань Д.С., Полевода И.И.</i> Огнестойкость сжато-изгибаемых центрифугированных железобетонных конструкций	211
<i>Новиков М.Э., Касперов Г.И.</i> Оперативная оценка устойчивости бортов водоемов карьерного типа	214
<i>Норбоева М.А., Мажидов С.Р.</i> Возможности снижения горючести некоторых материалов	215
<i>Ольховский В.С., Васильченко А.В.</i> Оценка воздействия взрыва и пожара на огнестойкость железобетонной ребристой плиты	218
<i>Ощепков А.М., Грачулин А.В.</i> Сравнение отечественной и зарубежных методик гидравлического расчета спринклерных автоматических установок пожаротушения	220
<i>Плешков Д.С., Заводсков Г.Н.</i> Анализ состояния систем информирования и оповещения на территории РФ	222
<i>Рагимов Э.Б., Гурбанова М.А., Гаджизаде Ф.М.</i> Анализ влияния стихийных бедствий на территориальную организацию промышленных комплексов Республики	225
<i>Сабиров Э.Э., Махкамов Н.Я., Курбанбаев Ш.Э.</i> Исследование влияния получения суспензий кремний (IV) оксидных наночастиц и их влияния на воспламеняемость древесносодержащих материалов	228
<i>Сафонов А.А., Касперов Г.И.</i> Правовое регулирование утилизации пестицидов	231
<i>Серяк А.И., Антошкин А.А.</i> Формализация процедуры проектирования систем пожарной сигнализации с оптимизацией количества пожарных извещателей и протяженности шлейфа	233
<i>Сиддиков И.И., Нуркулов Ф.Н.</i> Исследование древесных строительных материалов с олигомерными антипиренами	235
<i>Сиддиков И.И., Нуркулов Ф.Н., Жалилов А.Т.</i> Исследование полимерных строительных материалов с олигомерным антипиренам	238
<i>Синюков Р.В., Веремейчик Л.А.</i> Ущерб мировому сообществу от лесных пожаров	241
<i>Синягина Д.И., Талалаева Г.В.</i> Лесные пожары и пожарная безопасность: международное сотрудничество Российской Федерации в сфере лесной пирологии	244
<i>Скляр И.Е., Бондаренко С.Н.</i> Определение капитальных затрат на построение распределительной сети системы водяного пожаротушения	247
<i>Смирнов А.А., Зарубина Е.В.</i> Разработка и исследование модели разрушения водопровода	249
<i>Соприх В.С., Горбатюк И.С., Веремейчик Л.А.</i> Обеспечение безопасности населения при возникновении лесного пожара	252
<i>Сорокин А.Ю., Чискидов С.В.</i> О достоверности оценки последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера на объектах хранения взрывчатых веществ	255
<i>Спиридонова В.Г., Циркина О.Г.</i> Пожароопасные свойства текстильных материалов из различных видов волокон	258

<i>Стельмашов А.И., Пархоменко В.</i> Разработка самозатухающих эпоксиаминных композиций модифицированных гексафторсиликатом меди(II)	261
<i>Степаненко Д.А., Назаров В.П.</i> Потеря массы жидкости при вентиляции экспериментального резервуара различными способами	263
<i>Суровегин А.В., Баканов М.О., Кувшинов Г.В.</i> Системы мониторинга пожаров	266
<i>Тетерюков А.В., Дробыш А.С., Пастухов С.М.</i> Анализ методик по определению углового коэффициента облученности при расчете противопожарных разрывов между зданиями с кровлями, выполненными из горючих материалов	269
<i>Тимошенко А.Л., Самигуллин Г.Х.</i> Обеспечение безопасности дорожного движения и оперативности при следовании подразделений пожарной охраны на место вызова	271
<i>Трегубова Ф.Д., Куренная Н.Н., Трегубов Д.Г.</i> Колебательный характер температур плавления и массовых скоростей выгорания в гомологических рядах горючих жидкостей	273
<i>Умаров Б., Жумаев К., Мухамедгалиев Б.А.</i> Новый огнебиозащитный состав для поверхностной модификации древесины	276
<i>Фещук Ю.Л., Балло Я.В., Нижник В.В.</i> Анализ зарубежного опыта нормирования предела огнестойкости строительных конструкций высотных зданий	279
<i>Фирсов А.Г., Арсланов А.М., Сибирко В.И., Малемина Е.Н., Преображенская Е.С.</i> Итоги надзорно-профилактических мероприятий, осуществленных в Российской Федерации в 2020 году на объектах, задействованных в проведении новогодних и рождественских мероприятий	282
<i>Фомин М.В., Зуева А.С., Панфилов С.Г., Хасанов И.Р.</i> Требования пожарной безопасности к многофункциональным зданиям и сооружениям	285
<i>Хабибуллаев А.Ж., Аметов Я.И., Мухамедгалиев Б.А.</i> Превентивный метод предотвращения взрывов нефтехранилищ улавливанием паров нефтепродуктов	288
<i>Хазова И.В., Бубнов В.Б.</i> Исследование теплового состояния наружных противопожарных водопроводов, работающих при низких температурах окружающей среды	291
<i>Халилов А.М., Мехтиев П.Г.</i> Некоторые аспекты мероприятий по предупреждению разрушений мостов и гидротехнических объектов в результате наводнений на реках Кура и Араз	294
<i>Холиёров А.А., Юсупов У.Т.</i> Некоторые проблемы повышения огнестойкости и жаростойкости бетонов	296
<i>Шабунин С.А., Баринова Е.В.</i> Экологические аспекты создания и применения огнезащитных средств	298
<i>Шарипов Ф., Атабаев Ш., Атабаев Ш.</i> Особенности тушения пожара в случае возгорания электромобилей	301
<i>Швиднюк А.А., Пархоменко В.</i> Изучение строения модифицированных эпоксиаминных композиций	303
<i>Шкараденко К.В., Кураченко И.Ю., Жамойдик С.М., Кудряшов В.А.</i> Определение параметров стальных конструкций при которых допускается их применение на объектах строительства незащищенными	305
<i>Шнайдер А.А., Морозова И.Д., Актерский Ю.Е.</i> Автоматизированный лабораторный комплекс для исследования и расчетов параметров пожарной безопасности металлических строительных конструкций	308
<i>Шофеев Т.Г., Пашкевич В.А.</i> Аналитический обзор чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации	309
<i>Ясюкевич А.П., Бирюк В.А.</i> Исследование химического и вещественного состава взрывоопасных промышленных пылей	312

Секция 1

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ЛЕСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПОЖАРЫ И БОРЬБА С НИМИ

UDK 622.04

NEW POLYMER ADDITIVES TO MODIFICATION OF BUILDING CONSTRUCTIONS

Mukimov Kh.N.

Kasimova G.A., PhD, Associate Professor

Tashkent Institute of Architecture and Construction

Abstract. Based on the studies, a technology has been developed to produce effective composite additives from polymer and industrial waste - a mechanically-chemically activated mixture of Navoiazot + phosphogypsum. Taking into account the double effect on the cement of the mechanically chemically-activated mixture "MKhN-1" in the amount of 15-20% as an active mineral additive and a regulator of setting time instead of natural gypsum stone, its large-scale introduction is recommended.

Keywords: polymer, cement, additive, ash and slag, phosphogypsum, activation, mixture, strength, heat resistance.

Today, with the development of the construction industry, the demand for cement is also increasing. In increasing the volume of construction, cement is one of the resources available at the price of finished objects is achieved through cost reduction due to the use in the construction of modern high-quality building materials and products with lower energy consumption and with improved characteristics. Of particular importance is the production of effective cements based on industrial waste. On a global scale, special attention is paid to the development of new compositions of cements that increase the fire resistance of building structures and the most important task of research in this direction is the development of compositions based on industrial waste for Portland cement. When developing composite additives and based on them new compositions of highly effective composite Portland cement, in this direction it is necessary to substantiate a number of the following scientific solutions, in particular: development of new methods for the production of effective types of building products based on composite additives; development of new compositions for the production of polymers-gidrogel with the participation of secondary raw materials; increase of concrete strength indicators on sulfate-resistant cements; optimization of the composition of raw materials in obtaining energy-saving clinkers and cements; modernization of production technologies for white and decorative Portland cement; to increase the production of auxiliary cements, the use of alternative sources of active mineral additives and filler additives.

In the Republic of Uzbekistan, large-scale measures for the production of high-quality cements are carried out, aimed at meeting the demand for cement, modernization of the economy and the creation of new production capacities are achieved. The Strategy for the Development of the Economy of the Country defines the tasks "development of production sectors, modernization and

diversification of industry, in practice, apply methods of low-energy-saving technologies, production, modernization and diversification of industry, in practice, apply methods of low-energy energy-saving technologies, the development of the cement industry, the manufacture of import-substituting and export-oriented products." In this matter, scientific research aimed at the development of new compositions of composite additives based on industrial waste and new compositions of effective cements with their use is of great importance. Fire resistance is the ability of building structures to limit the spread of fire, as well as maintain the necessary performance at high temperatures in a fire [1].

Heat-resistant concrete is a special type of material that, under the influence of high temperatures (up to 1800 ° C), is able to maintain its own physical and mechanical characteristics within established limits. Heat-resistant mixtures are successfully used in all areas of industrial construction, in no way inferior to small-sized refractory materials. For example, heat-resistant concrete GOST 20910–90, in comparison with conventional refractory materials, do not need special preliminary firing. Heat treatment (firing), heat-resistant concrete, takes place during limits. Heat-resistant mixtures are successfully used in all areas of industrial construction, in no way inferior to small-sized refractory materials. For example, heat-resistant concrete GOST 20910–90, in comparison with conventional refractory materials, do not need special preliminary firing. Heat treatment (firing), heat-resistant concrete, takes place during the first heating of the finished structure, at the time of the start-up of the thermal unit [2].

Data on the limits of fire resistance and fire spread are used in the design of buildings and structures. The latter, according to regulatory documents, are divided by degree of fire resistance into five groups. For them, the required limits of fire resistance (minimum) and the spread of fire (maximum) of the main building structures are established. Depending on their type, the indicated limits of fire resistance vary from 0.25 to 2.5 hours, the limits of the spread of fire from 0 to 40 cm. The increase in fire resistance is achieved by fire protection methods.

To improve the structure of the cement composition and increase the strength of structures, mineral components (battled magnesite or fireclay bricks, andesite, blast-furnace granulated slag, loess like loam, fly ash, etc.) are added to the binder, which have the necessary fire resistance. When heating reinforced concrete structures, destructive processes occur not only in cement binders, but also in the used aggregates. The occurrence of these reactions is explained by the uneven thermal expansion of the mineral aggregates. Therefore, you need to carefully approach the issue of choice of aggregates for a particular brand of heat-resistant concrete. We conducted studies to determine the possibility of the integrated use of mechanically chemically activated additives of the MKhN series based on the ash and slag of the Polymer-gels(thermal power plant) and the phosphogypsum waste of Navoi-Azot OJSC.

The SO₃ content is 21.89% and 13.36% in MKhN-1 and MKhN-2, respectively, the results of chemical analysis of the mechanically chemically activated additives of the MKhN series indicate the possibility of their use as active mineral additives, and possibly a setting time regulator in return gypsum stone for fire-resistant and heat-resistant cements, concrete and building structures. According to table 2, in the initial stages of hardening, the strength of cements PMKhN-2-15, PMKhN-2-20, at the age of 7 days amounted to 26.8 MPa and 24.1 MPa, respectively, which practically does not differ from the strength of the control cement PC-A0 (26.8 Mpa).

The chemical activity of the mechanically chemically activated additive "MKhN" in the absorption of lime was 54.5 mg, which corresponds to the minimum permissible activity characteristic of the group of artificial (technogenic) aluminosilicate hydraulic additives. Therefore, the MKhN additive is a chemically active mineral additive, and is classified by its origin (manufacture) as an artificial additive of technogenic origin, acidic in chemical composition, and hydraulic in chemical activity.

Despite the presence of many modern and interesting construction solutions with the "MKhN-1" on the based, traditional monolithic flat still has numerous followers. This is caused by a few different reasons. First and foremost, when building home flat and flooring, there is no need to use heavy equipment. Besides, construction materials necessary for building it can be acquired without

problems – steel bars and concrete can be bought easily, while planks can be later used to build the roof. Furthermore, monolithic flat can be built in a variety shapes, also including atypical, with the “MKhN-1”. That and it is not too thick (from a few to a dozen or so centimetres) and is characterized by good acoustic and thermal insulation characteristics. If it is building according to the best construction practices, reinforced concrete flooring forms a smooth and even surface on both sides that is the floor and the ceiling. Unfortunately, they also have some disadvantages. First and foremost, they are relatively heavy and building them is labor-intensive with the “MKhN-1”, since they require full formwork and complicated reinforcement, constructed by a professional. Furthermore, there should be no stoppages during the works – after setting up the formwork and reinforcement with the “MKhN-1”, concrete should be poured immediately, of course while remembering to vibrate and cure it properly. Unassisted construction with the “MKhN-1” of such flooring is impossible and thus help of excellent professionals should be employed during the mentioned works.

The results of electron microscopic analysis of the MKhN additive confirm the formation of a crystalline structure during the autoclave treatment of a mixture of phosphogypsum and ash and slag, and that it is similar to the structure of hardening cement paste in the early periods of hardening and is represented mainly from hydrated sulfate-containing minerals and neoplasms in the form of hydrosulfoaluminate and low basic hydrosilicate compounds.

When “MKhN” additives are introduced into the cement, these hydrated neoplasms play the role of crystalline seeds — “crystallization centers”, which initiate the emergence of new nuclei of the hydrosulfoaluminate and hydrosilicate type neoplasms, accelerate their crystallization and the formation of the crystalline skeleton of the hardening cement dispersion, and as a result intensify the processes of hydrolysis and hydration of aluminate and silicate minerals of clinker PC.

To study the effect of the additive “MKhN-1” on the physic-mechanical properties of the PCs of JSC “Kizilkumcement”, blends were prepared including “65-85% PC clinker + 15-35% “MKhN-1”, and for comparative tests - “95% PC clinker + 5% gypsum stone.

The additive “MKhN-1” was introduced into the raw material charge taking into account the content of 8.56% SO₃. It has been established that in the presence of “MKhN-1” additive, the grindability of mixtures is increased compared to grinding clinker PC with 5% gypsum stone: with a constantly fixed time (40 min), the fineness of grinding cements with “MKhN-1” determined by the residue on sieve No. 008, varies within (2-6)% compared with 10% of the remainder of PC-D0. Cements with the addition of “MKhN-1” meet the requirements of GOST 10178 on the content of SO₃ (2.33-3.80%), because for ND, the optimal SO₃ content in the PC should be at least 1.0% and not more than 4.0% by weight. The rates of initial reactions of cements with the addition of “MKhN-1” with water are little different from the rates of reactions of a non-additive PC. The process of starting the setting of cements PC-F15, PC-F20, PC-F 25 is extended by (15-30) min.

The increase in water demand of additional PCs is explained by the increased content of aluminate phases in them and a finer degree of grinding in comparison with PC-D0 cement. In accordance with the data in table 4, the strength of cement with the addition of 15% “YUT-1” (PC-F15), both at the age of 28 days of normal hardening, and with longer curing (3 months) practically do not differ from the strength of cement PC-D0.

Constructions with a new fire additive all over the world rely on concrete as a strong material that provides fire safety and is easy to handle. It can be found in almost all building types – residential, oil and gas reservoirs storage, multi-flat and even in municipal infrastructure. Despite its wide range of use, many of its users still do not know about the fire materials with the “MKhN-1” directly connected to ensuring the endurance and high quality of concrete. The term “concrete strength class” means the endurance of concrete against compression, no more, no less. It determines the amount of stress the material can take. Concrete strength is determined by measuring the crushing strength of cubes or a cylindrical sample made from a pre-prepared mixture. After the measuring and strength determining, concrete is assigned a strength class.

Based on the studies, a technology has been developed to produce effective composite additives from industrial waste - a mechanically-chemically activated mixture of ash from the

Polymer-gels+ phosphogypsum. Taking into account the double effect on the cement of the mechanically chemically activated mixture polymer-gels “MKhN-1” in the amount of 15-20% as an active mineral additive and a regulator of setting time instead of natural gypsum stone, its large-scale introduction is recommended.

REFERENCES

1. Mamedov T.G. Some problems of modification betons for heat resistance of concrete. Readings of A.I. Bulatov: Materials of III-International scientific and practical conference (on March 31, 2019) in 5 vol.4: Chemical technology and ecology in the oil and gas industry. Conference bulletin Krasnodar (Russia), 2019-P-34-37.
2. Basin B.U. Fire resistance and heat resistance betons. Moscow. 2014-P-340.

UDC 614.8

TREATMENT OF WATER FROM HARMFUL SUBSTANCES IN THE JEYRANBATAN WATER RESERVOIR

Shukurov R.A.

Ismailov R.A. PhD in Geography

The Academy of the Ministry of Emergency Situations

Abstract. It is the most important thing that researching the main reasons for the pollution of the Jeyranbatan Reservoir are any non-related construction activities in the adjacent areas, domestic animals, greenery disposal, animal burial and disposal of wastewater.

Keywords: construction activities, ultrasound cleaning facilities, ultra-high water, pipelines, coagulants, flocculant, chlorination process

Introduction. Jeyranbatan water reservoir which is fed by the Samur-Absheron channel, and its water treatment plant built on the coast have a significant share in the drinking water supply of the Absheron peninsula. The reservoir has a water capacity of 186 million m³ and a useful volume of 150 million m³. The length of the dam is 8.74 km, the maximum width is 2.15 km, the length of the coastline is 23.3 km, the maximum depth is 28.5 meters, the dead volume level is 14.5 meters, the area of the water mirror is 1389 hectares. The reservoir was established according to the project outlined by British engineer William Lindley in early twentieth century. The main reasons for the pollution of the Jeyranbatan Reservoir are any non-related construction activities in the adjacent areas, domestic animals, greenery disposal, animal burial and disposal of wastewater. Built on the coast of Jeyranbatan Lake, the Jeyranbatan Water Treatment Plant, designed for sustainable and high-quality drinking water supply in the Absheron peninsula, has ultrasound cleaning facilities and ultra-high water treatment capacity of 6.6 cubic meters per second or 570,000 cubic meters per day. Three water intake caps and using a micro-tunnel method three pipelines with a diameter of 1600 mm each were installed on the bottom of the lake to provide water suction from the Jeyranbatan Lake. In order to regulate the volume of water taken from the lake the water intake chamber has been built on the shore which meets the requirements of both newly installed and existing treatment facilities.[1,2,3,4]

The water collected in the intake chamber is transported to treatment tanks by means of four pipelines with a diameter of 1400 mm each. These pipelines allow for 13.8 cubic meters of water per second. Initial treatment of raw water transferred to the treatment plant is carried out in 7 automatic wash-out filters installed in the mechanical filters building, and the raw water is removed from the particles. The raw water from the lake is initially passes through the chlorination process

and then transported to the mixers where the first phase of precipitation is carried out by means of 8-round transparencies by mixing with the required dose of coagulants and flocculants depending on the water contamination. Water, with a degree of contamination of 8-12 mg/l is transferred to the filtration site for the latest cleaning process. Here, water is cleaned using 12 fast ($V = 12 \text{ m / h}$) double-layer (gravel and quartz sand) filters each having the area of 129.5 square meters, chlorinated the second time and then transported to reservoirs with a volume of 2000 cubic meters each. To clean the filters separately every 24 hours, an industrial wastewater pump station is built to install two clean tankers with a total volume of 550 cubic meters each and high-pressure washing system with the height of 25 meters.



Photo 1. Interior view of Jeyranbatan Ultrasonic Equipment Complex

The contamination of purified water is less than 1.5 mg/l, which complies with the DUST 2874-82 "drinking water" standard. Water discharged from drinking water reservoirs is transported to Baku and Sumgayit cities by means of D 3200-75 pumps installed in second lifting pump station. [5,6,7,8,9]

Conclusion. The contamination of purified water is less than 1.5 mg/l, which complies with the DUST 2874-82 "drinking water" standard. Water discharged from drinking water reservoirs is transported to Baku and Sumgayit cities by means of D 3200-75 pumps installed in second lifting pump station.

REFERENCES

1. https://az.wikipedia.org/wiki/ceyranbatan_su_anbari/
2. Отчет Азербайджанского Государственного Университета по теме: "Изучение процесса заиления Джейран-Батанского водохранилища с учетом характеристики донных отложений" Баку-1975 г. "Azərsu" ASC-nin arxivı. Raf 11"Ы". Qovluq No20.
3. Зона санитарной охраны Джейран-Батанского водохранилища. 1967 г "Azərsu" ASC-nin arxivı.Raf 21b. Qovluq No5.
4. Азгоспромпроект "Использование водоочистных сооружений Сумгаитского Химкомбината для г.г. Баку и Сумгаита" " Azərsu ASC-nin arxivı, Raf 3. Qovluq 28.
5. Telman Ağayev. "Bakı şəhərinin su təchizati". Bakı-2013.
6. План озера Джейран-Батан М1:10 000, Генплан сооружения 1950 г. "Azərsu" ASC-nin arxivı. Raf 59. Qovluq No72.
7. Гипроморнефть." Заключение по якорным устройствам плавучих насосных станций на озере Джейран-Батан " 1971г. "Azərsu" ASC-nin arxivı, Raf 3. Qovluq №23.
8. Аз. Нии Водных Проблем "Исследования фильтрования и испарения из водохранилища и составление водного баланса". Баку, 1988 г.
9. www.azersu.az.

НОВЫЕ ОГНЕ - И ТЕРМОСТОЙКИЕ ФОСФОНИЕВЫЕ ПОЛИМЕРЫ

Абдукадиров Ф.Б., Саттаров З.М., Муродов Б.З.

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. Синтезирован новые фосфониевый полимер на основе взаимодействия трифенилфосфина и эпихлоргидрина, который может быть применен в качестве стабилизатора при термоокислительной деструкции поливинилхлорида и полипропилена. Полученные экспериментальные данные, свидетельствуют о высокой активности синтезированного фосфорсодержащего полимера, по сравнению с низкомолекулярными аналогами.

Ключевые слова: полимер, термодеструкция, стабилизация, модификация, мономер, поливинилхлорид.

NEW FIRE- AND THERMOSTABILITI PHOSPHONIUM POLYMERS

Abdukadirov F.B., Sattarov Z.M., Murodov B.Z.

Abstract. New phosphonium polymer has been synthesized based on the interaction of triphenylphosphine and epichlorohydrin, which can be used as a stabilizer in the thermal oxidative destruction of polyvinyl chloride and polypropylene. The obtained experimental data indicate a high activity of the synthesized phosphorus-containing polymer, in comparison with low-molecular-weight analogues.

Keywords: polymer, thermal destruction, stabilization, modification, monomer, polyvinyl chloride.

Широкое применение полимерных материалов, пластмасс, резин и лакокрасочных материалов соответствует развитию научно-технического прогресса, но вместе с тем оно обнаруживает и свою негативную сторону, состоящую в повышенной пожарной опасности и низкой термостойкости. Развитие современного градостроительства способствует большой концентрации людей и горючих материалов на малых площадях в вертикальной структуре, при этом создаются условия для быстрого развития пожаров [1-2]. Горючесть и низкая термостойкость полимерных и отделочных материалов становится важной и социальной проблемой, причем подавляющее большинство пожаров происходит от малокалорийных источников зажигания, из-за неисправности электроприборов или нарушения правил пользования ими, из-за не затушенных сигарет и др. В таких условиях термостойкие и огнезащищенные полимерные материалы могли бы успешно противостоять зажиганию или локализовать возникший пожар.

В свете вышесказанного, проблеме модификации и стабилизации полимеров уделяется большое внимание [3]. Из литературы [4] известно, что для стабилизации поливинилхлорида и полипропилена используются различные вещества, в том числе эпоксидные и фосфорсодержащие соединения. Эпоксидные соединения сочетают две важнейшие функции, являясь одновременно эффективными химическими стабилизаторами и пластификаторами для поливинилхлорида и полипропилена. Фосфорсодержащие соединения, главным образом, органические производные Р(III), широко используются в качестве стабилизаторов ПВХ и ПП в различных композициях. Их эффективность обусловлена высокой реакционной способностью атома фосфора благодаря наличию у него неподеленной пары электронов и незаполненных *d*-орбиталей. В связи с этим для фосфинов характерны реакции как с электрофильными реагентами, в которых они проявляют донорные свойства, так и нуклеофильными, в которых они выступают в качестве акцепторов электронов.

Учитывая вышеизложенное, представляло интерес исследовать синтезированный полимер (ФСР-1) на основе взаимодействия трифенилфосфина (ТФФ) и эпихлоргидрина (ЭХГ) в качестве стабилизатора при термоокислительной деструкции поливинилхлорида и полипропилена. Исследование термических свойств, стабилизированных и нестабилизированных образцов поливинилхлорида (марка С-70) и полипропилена (ПП средней степени кристалличности, молекулярная масса 100000) проводили методом динамического-термогравиметрического анализа на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей, со скоростью нагрева 5° /мин. По данным термогравиметрического анализа, начало деструкции поливинилхлорида (ПВХ) и полипропилена (ПП), стабилизированных фосфорсодержащим полимером, сдвигается в область более высоких температур по сравнению с нестабилизированными образцами. Судя полученным результатам при 523К потеря массы нестабилизированного ПВХ и ПП соответствует 76% и 54%, а у стабилизированных 0,5%-ным полимерным стабилизатором образцов при той же температуре - 36% и 22% соответственно.

Увеличение количества полимерного стабилизатора до 1% уменьшает потерю массы до 23% в случае стабилизированного ПВХ, и до 17% - в случае стабилизированного ПП. Такое резкое уменьшение потери массы объясняется равномерным распределением высокомолекулярного стабилизатора по всей длине макромолекулы защищаемого полимера и неспособностью к миграции на поверхность материала. Кроме того, достижение такого эффекта при применении фосфорсодержащего полимерного стабилизатора не требует введения дополнительных добавок, которое обычно необходимо при стабилизации промышленных полимеров низкомолекулярными фосфорсодержащими соединениями, а также введения дополнительных ингибиторов горения для улучшения огнестойкости полимерных композиций. Ингибирование высокомолекулярным фосфорсодержащим стабилизатором термоокислительной деструкции ПВХ и ПП, в первую очередь, протекает за счет обрыва кинетических цепей окисления (главным образом, обменных реакций с активными радикалами и образованием при этом менее активных) и без радикального восстановления гидроперекисей.

Известно [4], что алифатические фосфорсодержащие соединения взаимодействуют с гидроперекисями со значительно большими скоростями, чем ароматические, тем не менее, наиболее эффективными ингибиторами окисления являются ароматические фосфены, особенно алкилированные в ядро. Эта их способность обусловлена, по-видимому, крайней неустойчивостью промежуточных фосфорильных радикалов, образующихся при взаимодействии полимерного фосфорсодержащего стабилизатора со свободными алкоксирадикалами, которые распадаются с образованием уже более устойчивых вторичных феноксильных радикалов - сильных агентов обрыва цепей. Наличие ароматических заместителей (фенильные группировки) повышает эффективность ингибирования окисления промышленных полимеров. Термогравиметрический анализ образцов показал, что при использовании 1 масс.ч. фосфорсодержащего полимера скорость деструкции ПВХ снижается в 5 и 2 раза по сравнению со скоростью деструкции ПВХ, стабилизированного стеаратом кальция и смесью трифенилфосфина со стеаратом кальция соответственно.

Было проведено исследование температуры воспламенения и скорости возгорания полимерных композиций на основе смолы ЭД-20, полиметилметакрилата (ПММА), в присутствии синтезированных нами антипиренов. Установлено, что полимерные антипирены способствуют увеличению температуры воспламенения композиции и уменьшению скорости возгорания. Не модифицированная эпоксидная смола в отличие от огнезащищенной воспламеняется при температуре 636К (огнезащищенная свыше 673К), и анализом газов термолитиза установлено, что летучими основными продуктами ее горения являются СО и СО₂, в продуктах сгорания находятся также следы муравьиной кислоты и другие вещества.

Образцы из стандартной смолы ЭД-20 при поджигании моментально воспламеняются и горят ярким пламенем. Стандартный ПММА легко воспламеняется, горит ярким пламенем с выделением СО, СО₂, и образованием мономера. При пиролизе ПММА вплоть до 1073К

основным продуктом является мономер. Установлено увеличение выхода воды из модифицированных полимеров. Однако из смесей фактический выход воды несколько меньше рассчитанных значений, что, видимо, связано с повышением температуры начало деструкции. Особенно заметно он отличается для смеси ЭД-20+ФСП-1. Немодифицированный АБС - пластик - легко возгорается, на первой стадии горения плавится, температура воспламенения колеблется в пределах 627-673К, горит коптящим желтым пламенем.

В результате горения огнезащищенных образцов ПММА и АБС -пластика образуется нелетучий, негорючий коксовый остаток, который препятствует как попаданию летучих продуктов разложения в зону пламени, так и проникновению тепла от пламени, что предотвращает дальнейшее разложение материала. С увеличением фосфорсодержащего антипирена в композиции увеличивается слой карбонизованного остатка, подавляющего дальнейшее горение полимеров.

Исследование топографии наружных и внутренних слоев, образованных пенококсом осуществляли на атомно-силовом микроскопе в лаборатории института химической физики РАН. Отмечены различия в топографии исследуемых образцов. При этом установлено, что среднеквадратичная шероховатость наружной поверхности для образца ЭД-20+ФСП-1 составляет 9,769 нм, а аналогичный параметр для образца ЭД-20+трихлорид сурьмы составляет 0,015 нм. Установлено, что из-за пористости карбонизованного слоя вследствие капиллярных сил он служит тепловодом для подъема жидких продуктов деструкции и расплавов полимеров на его поверхность.

Выгорание огнезащищенных образцов смолы ЭД-20, в отличие от стандартного, сопровождалось сажевыделением, которое по визуальному наблюдению увеличивалось с ростом содержания полимерного антипирена. Пламя, образующееся вокруг огнезащищенных образцов ЭД-20, по сравнению со стандартным более оптически плотное, ярко-желтого цвета, что также может быть следствием сажеобразования. Высокую эффективность ингибирования процесса горения полимерных антипиренов можно объяснить тем, что фосфорсодержащие антипирены стремятся перейти в устойчивое состояние окислов и кислот при действии на них высоких температур и окислителя. При термическом воздействии на огнезащищенные образцы ПММА и АБС-пластика образование кислот протекает легче, чем у огнезащищенной смолы ЭД-20, т.е., чем длиннее алифатическая цепь, тем вероятнее разрушение связи О-С в группе Р-О-С. По всей вероятности, при горении огнезащищенных образцов полимеров проявляется фосфор-галогидный синергизм, что также имеет немаловажное значение при ингибировании горения материалов.

Полученные экспериментальные данные, свидетельствующие о высокой активности синтезированного фосфорсодержащего полимера, по-видимому, объясняются более высокой термостабильностью полимерного стабилизатора по сравнению с низкомолекулярными аналогами. Итак, в реальных условиях многообразие промежуточных реагентов, возникающих при термоокислительной деструкции ПВХ, обуславливает для полимерного фосфониевого полимера множественность и разнотипность механизмов реакции, ответственных за стабилизацию ПВХ, с преобладанием, пожалуй, взаимодействия фосфониевого полимера с карбонилаллильными группировками. На основе полученных результатов, полученный новый полимерный антипирен можно рекомендовать как эффективный антипирен и термостабилизатор для промышленных полимеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фойгт Н.А. Стабилизация полимеров против действия света и тепла. –М.: Химия, 1998. - с.326.
2. Нейман Б.А. Старение и стабилизация полимеров. –М.: Химия, 1999. -с.244.
3. Миркамилов Т.М., Мухамедгалиев Б.А. Полимерные антипирены. Ташкент, ТГТУ, 1996 г.-с.278.
4. Gyorgy J., Marosi D. Flame Retarded Polymers systems of controlled interphase // 6-International Symposium on Polymers for Advanced Technologies. Eilat, Israel.2-6 September, 2002j. –Israel. -p.55-56.

НОВЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ АНТИПИРЕНЫ ДЛЯ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИИ

Абдукадилов Ф.Б.

Касимов И.У., доктор технических наук, профессор

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. В работе рассмотрены некоторые вопросы огнезащиты древесных строительных материалов, древесно-стружечных плит и связующих. В качестве полимерных антипиренов применены новые фосфорсодержащие полимеры, разработанные на основе местных сырьевых ресурсов. Выявлены механизмы химической огнезащиты, кинетические закономерности процесса терморазложения модифицированных образцов. На основе применения современных методов огневых испытаний выявлены режимы горения и термодеструкции древесных материалов. Показаны преимущества полимерных антипиренов по сравнению с низкомолекулярными аналогами.

Ключевые слова: горение, термодеструкция, огнезащита, режим горения, модификация, кинетика, терморазложения, огневые испытания, древесина.

A NEW POLYMER ANTIPIRENS FOR WOOD BUILDING CONSTRUCTIONS

Abdukadirov F.B.

Kasimov I.U., Grand PhD in Technical Science, Professor

Tashkent Institute Architecture and Civil Engineering

Abstract. In work are considered some questions flammability wood building materials, wood-strips captive and connecting. As polymeric antipirens applying new phosphor containing polymers, designed on base local raw materials resource. The revealed mechanisms chemical flammability, kinetic regularities of the process thermo destruction modified sample. On base of the using the modern methods of the fire test are revealed modes of the combustion and thermo destruction wood material. Advantage polymeric fire-retardants are shown in contrast with loimolecullyar analogue.

Keywords: combustion, thermo destruction, fire-retardant, mode of the combustion, modification, kinetics, fire test, wood.

Пожары, обусловленные воспламенением и горением древесных и полимерных материалов, ежегодно наносят большой материальный ущерб национальным хозяйствам, приводят к человеческим жертвам и уничтожению бесценных исторических памятников культуры. Снижение воспламеняемости и горючести древесины и полимеров, создание пожаробезопасных материалов является актуальной проблемой, требующей неотложного решения.

В этом аспекте нами были изучены процессы горения огнезащищенных образцов древесностружечных плит (ДСП). Эти исследования были проведены в лаборатории термодинамики процессов горения и взрыва Университета КЕИО (Япония).

Как известно [1], для получения древесно-стружечных плит со свойством огнезащищенности, одинаковым по всему сечению плиты, огнезащитный состав вводят в стружку до формирования ковра.

Для этой цели мы исследовали модификацию мочевино-формальдегидной смолы фосфорсодержащими полимерами, полученными на основе взаимодействия эпихлоргидрина и метакрилоилхлорида с фосфористой кислотой, а также для сравнительного анализа

низкомолекулярного антипирена на основе ортофосфорной кислоты и мочевины, широко применяющегося в настоящее время в промышленности огнезащитный состав для получения огнестойких древесных плит [2].

Экспериментально установлено, что при введении небольшого количества (1-7%) полимерного антипирена в мочевино-формальдегидную смолу, в отличие от низкомолекулярного аналога, приводит к значительному повышению ее прикладных, физико-химических, а также огнестойких свойств.

Как показали эксперименты, введением полимерного модификатора в состав мочевино-формальдегидной смолы прикладные свойства модифицированных образцов улучшаются, по сравнению, с модифицированными низкомолекулярным модификатором - образцами. Это, по всей вероятности, связано с полимерной природой модификатора, способствующего образованию более плотной упаковки макромолекулярной структуры сетчатого полимера, а также устранению таких нежелательных процессов, присущих низкомолекулярным модификаторам, как миграция на поверхность материала улетучивание и выпотевание.

Исследование термодеструкции модифицированных образцов методом ДТА и ДТГ на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей подтвердило эффективность химической огнезащиты относительно физической. Аналогичные данные получены и в работах [2-3]. Установлено, что оптимальным условием модификации является введение полимерного модификатора в количестве 5% от массы смолы при температуре 363 К. Полученные параметры мы использовали в дальнейшем при определении влияния модифицированных смол на физико-механические свойства, а также на огне- и термостойкость древесностружечных плит.

В качестве наполнителя брали стебли хлопчатника измельченные в лабораторных условиях. Стружечная масса состояла из древесной части стебля (60%), волокнистой части коры (30%) и мелкой фракции (10%).

Были исследованы влияния различных факторов, таких как содержание антипирена, режимы перемешивания, прессования, температуры и продолжительности времени прессования, давления прессования на физико-механические и другие свойства полученных плитных материалов. После определения оптимального содержания антипирена были исследованы влияния температуры и продолжительности процесса прессования.

Результаты испытаний показали, что введение полимерного и низкомолекулярного антипирена в связующее значительно повышает физико-механические свойства плит. Как и следовало ожидать, полимерный антипирен активно участвует в процессах, происходящих при прессовании и закалке плит. Он выполняет функции пластификатора древесного волокна, затем, образуя пространственные сшивки, приводит к повышению прочностных характеристик, а также водостойкости, огнестойкости готового материала. Для установления эффективности огнезащитного действия антипиренов испытаниям, которые были проведены по методу определения кислородного индекса, "огневая труба" и скорости возгорания подвергали модифицированные стружечные плиты.

Было установлено, что полимерный антипирен обладает более высоким огнезащитным эффектом, обеспечивающим возможность перевода сгораемого материала в группу трудносгораемых. Наблюдаемое при этом обугливание характерное любому органическому веществу, ограничивается площадью действия пламени поджигающего источника. При нагревании древесной плиты происходит разложение антипиренов с образованием кислот, вызывающих обугливание и дегидратацию плит, препятствующих образованию и выходу горючих газообразных продуктов разложения.

Из этих данных следует, что природа модификатора имеет значение не только для прочности и водостойкости плитных материалов, как это было показано выше, но также для обеспечения надлежащей термостойкости модификатора, температура активации которого должна быть выше температуры горячего прессования ДСП.

С дальнейшим повышением температуры полимерный модификатор активизируется и изменяет процесс терморазложения древесного волокна. С применением дериватографа

системы Паулик-Паулик-Эрдей были получены значения характерных температур распада, модифицированных с различными модификаторами образцов древесных плит. Эксперимент проведен при скорости повышения температуры в камере 6 град/мин. Были выявлены две стадии процесса терморазложения. Первая - интенсивное разложение модификатора с выделением летучих продуктов, которые определяют пламенное горение. Вторая - превращение твердого остатка с низкой скоростью потери массы. Интенсивное разложение ДСП образцов, модифицированных полимером, протекает в более узком интервале, чем разложение образцов, модифицированных низкомолекулярным модификатором. Начало его сдвинуто в сторону низких значений на 40-50оС и характеризуется повышенной скоростью разложения. При этом установлено, что суммарный выход летучих продуктов на стадии существенно сокращается по сравнению с образцами, модифицированными низкомолекулярным аналогом. Вторая стадия у образцов ДСП с полимерным модификатором, напротив, протекает в более широком интервале температур. Значение ее, соответствующее максимальной скорости разложения, не изменяется, но сама скорость процесса снижается, свидетельствуя о высокой эффективности полимерного модификатора по сравнению с низкомолекулярным аналогом.

Определяющее различие в горючести обусловлено тем, что полимерный модификатор при повышении температуры выше некоторого критического значения оказывает дегидратирующее действие, который имеет сложный характер. По-видимому, ускорение реакции дегидратации ведет к образованию промежуточных дегидрополисахаридов, являющихся при более высоких температурах термически стабильными. Вторая же температурная фаза протекает по механизму радикальной деструкции и сопровождается большой потерей массы образца. На основе полученных результатов термо- и огнестойкости образцов можно предложить следующие возможные механизмы процессов деструкции образцов [4].

Как известно, парогазовая смесь, образующаяся по первому механизму негорюча, а уголь имеет невысокую скорость горения, которое протекает без пламени. Образующаяся по второму механизму смола является основным источником горючих летучих продуктов и определяет пламенное горение образцов. В первых экспериментах по горению в атмосфере газообразного азота образцов, спрессованных из порошков огнезащищенных ДСП, были обнаружены два качественно различных режима горения: послойный и поверхностный.

В послойном режиме фронт горения плоский и охватывает все сечение образца. В поверхностном режиме фронт горения сильно искривлен, распространение ведущей части фронта реакции локализовано в поверхностных областях образца, в то время как в центральной части образца реакция либо происходит на значительном удалении от лидирующей части фронта, либо вовсе отсутствует. Внешняя картина процесса горения в обоих режимах выглядит совершенно одинакова, поэтому вывод о режиме делался на основе визуального осмотра сечений сгоревших образцов и на основе химического анализа проб, взятых из сгоревших образцов.

Таким образом, нами на основе применения ультрасовременных методов исследования процессов горения огнезащищенных образцов ДСП были выявлены два качественно различных режима горения: послойный и поверхностный. В послойном режиме фронт горения плоский и охватывает все сечение образца. В поверхностном режиме фронт горения сильно искривлен, распространение ведущей части фронта реакции локализовано в поверхностных областях образца, в то время как в центральной части образца реакция либо происходит на значительном удалении от лидирующей части фронта, либо вовсе отсутствует. Кроме того, выявлены преимущества полимерного антипирена по сравнению с низкомолекулярными аналогами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонович А.А. Горения древесных материалов. -М.:Химия.2012 г. - с. 340.
2. Роговина У.З. Химия и технология целлюлозы. -М.:Химия. 2015 г. - с. 267.
3. Хардин А.П., Зельцер И.В. Горение древесины и фанеры. - М.: Строиздат.2014 г. - с. 421.
4. Мирзоитов М.М., Мухамедгалиев Б.А. Горение древесины. - Т.: ТГТУ, 2013 г. - с.1 75.

ВЛИЯНИЕ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУР ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ЕЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Абдукадиров Ф.Б., Холиёров А.А., Сабуров Х.М.

Касимов И.У., доктор технических наук, профессор

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. В статье показано, что целлюлозе, как и другим волокнистым материалам свойственны некоторые недостатки, основным из которых является повышенная горючесть и низкая огнестойкость. Приоритетным направлением в области химии и технологии хлопковой целлюлозы в настоящее время является разработка огнестойких целлюлозных материалов на основе безотходной, экологически чистой и ресурсосберегающей технологии, позволяющей получить импортозамещающих продуктов.

Ключевые слова: целлюлоза, горение, огнестойкость, модификация, хлорирование, щелочь, фосфорилирование.

INFLUENCE OF SUPERMOLECULAR AND MORPHOLOGICAL STRUCTURES OF CELLULOSE ON ITS FIREPROOFING CHARACTERISTICS

Abdukadirov F.B., Kholiyorov., Saburov H.M.

Kasimov I.U., Grand PhD in Technical Science, Professor

Tashkent Institute Architecture and Civil Engineering

Abstract. The article shows that cellulose, like other fibrous materials, has some drawbacks, the main of which is increased flammability and low fire resistance. The priority direction in the field of chemistry and technology of cotton cellulose is currently the development of fire-resistant cellulose materials based on waste-free, environmentally friendly and resource-saving technology, which allows to obtain import-substituting products.

Keywords: cellulose, burning, fire resistance, modification, chlorination, alkali, phosphorylation.

Целлюлозе, как и другим волокнистым материалам свойственны некоторые недостатки, основным из которых является повышенная горючесть и низкая огнестойкость. Приоритетным направлением в области химии и технологии хлопковой целлюлозы в настоящее время является разработка огнестойких целлюлозных материалов на основе безотходной, экологически чистой и ресурсосберегающей технологии, позволяющей получить импортозамещающих продуктов [1].

Известно, что в Узбекистане в настоящее время функционируют два крупных химических предприятия по производству ацетатов целлюлозы и волокон на их основе с мощностью 15 тыс. тонн в год каждый. Основным сырьем для этих предприятий является древесная целлюлоза, завозимая из стран СНГ за валюту. С приобретением независимости Республики Узбекистан и разрывом экономических связей между республиками бывшего Союза завоз древесной целлюлозы резко сократился, и эти предприятия работают в неполную силу.

В этом аспекте, разработка огнестойких целлюлозных материалов на основе безотходной, экологически чистой и ресурсосберегающей технологии на базе местного сырья и промышленных отходов, с целью получения хлопковой целлюлозы для дальнейшей химической переработки, в частности для ацетилирования, является весьма актуальной задачей.

Настоящая проблема актуальна также и тем, что в настоящее время в Республике функционирует завод по производству хлопковой целлюлозы, где можно промышленно освоить разработанные технологии по получению огнестойких целлюлозных волокон.

Как известно, такие характеристики целлюлозы как степень полимеризации (СП), молекулярно-массовое распределение (ММР), плотность, сорбция и другие связаны с ее надмолекулярной и морфологической структур. В производстве искусственных волокон присутствие гель-частиц в прядильных растворах и их количество оказывают отрицательное влияние на процессы фильтрования прядильного раствора и формирования волокна. В свою очередь, наличие гель частиц, их количества и форма непосредственно связаны с надмолекулярной структурой целлюлозы. В связи этим, является необходимым исследование особенностей надмолекулярной структуры и молекулярных характеристик целлюлозы, предназначенной для химической переработки для оценки ее реакционной способности к эфирообразованию, а также для получения прядильного раствора с меньшим содержанием гель-частиц, предназначенных для формования волокон и пленок.

Целью данного исследования является установление количественной зависимости СП, ММР, содержание гель частиц в растворах некоторых технических целлюлозы от их надмолекулярной и морфологической структур. Объектами исследования служили: хлопковая целлюлоза, целлюлоза фирмы "Бакай" для вискозообразования, древесная целлюлоза (хвойная) полученная сульфатным способом варки и предназначенная для производства кордных волокон.

Образцы целлюлозы были изучены методами электронной микроскопии, рентгенографии, вискозиметрии, турбодиметрии и сорбции паров воды. Количества гель частиц в прядильных растворах были определены на оптическом приборе, созданном для отчета макро гель частиц в растворах ацетилцеллюлозы. В качестве растворителя был использован кадоксен. При турбидиметрическом титровании, использованном для количественной оценки молекулярной неоднородности и ММР образцов целлюлозы, применялась система: растворитель- кадоксен, осадитель- н-пропиловый спирт +50% этилендиамин (9:1). Величины сорбции паров воды измеряли гравиметрическим методом на весах Мак-Бена при 250оС.

Электронно-микроскопические фотографии поверхностной структуры, внутренних фибриллярных участков и гидролизованных препаратов исследуемых образцов целлюлозы существенно отличаются между собой как показано рис 1.

Из микрофотографии видно, что поверхность целлюлозных волокон полностью очищена от не целлюлозных спутников. У значительной части волокна удалена первичная стенка и четко выявляется S1-слой вторичной стенки. Наблюдаются участки волокна, где обрывки Р-слоя, слабо связаны с вторичной стенкой. Поверхность волокон целлюлозы фирмы "Бакай" полностью очищена от Р-слоя и видны в основном разрыхленные микро фибриллы S1-слоя.

Для древесной целлюлозы характерно сохранение первичной стенки на большей части поверхности волокон, что связано с защитным действием лигнина и других не целлюлозных веществ, содержащихся в волокнах древесины в значительном количестве.

В структуре фрагментов вторичной стенки исследованных целлюлоз обнаруживаются определенные различия. Хлопковая целлюлоза имеет плотную упаковку фибриллярной структуры. При диспергировании целлюлозы фирмы "Бакай" образуются широкие фрагменты вторичной стенки с разрыхленной структурой. Фрагменты внутренней структуры древесной целлюлозы более разупорядочены, чем у хлопковой целлюлозы. Наблюдается нарушение взаимной ориентации фибриллярных агрегатов за счет сдвигов и разрывов микрофибрилл при удалении лигнина между ними. Кристаллиты хлопковой целлюлозы, полученные кислотным гидролизом, существенно не различаются между собой, однако по своим размерам, они несколько длиннее и толще, чем у древесной целлюлозы. Электронно-микроскопические исследования позволяют предполагать, что целлюлоза фирмы "Бакай" была получена в более жестких технологических условиях, чем хлопковая целлюлоза.

В соответствии с заключениями, сделанными выше, на основании электронно-микроскопических наблюдений, находятся также и данные СП указанных препаратов целлюлозы; хлопковая целлюлоза имеет СП порядка 1500, целлюлоза “Бакай” –1100, древесная целлюлоза-1000. Отсюда можно заключить, что в том случае, когда процесс варки протекает сравнительно глубоко, СП целлюлозы соответственно будет меньше. Анализ дифференциальных кривых ММР показывает, что препараты хлопковой целлюлозы резко отличаются друг от друга (рис.2). Так, если кривая ММР хлопковой целлюлозы имеет сравнительно узкое распределение в области СП 600-2200 и содержит один большой максимум при значениях СП 2000-2200, то целлюлоза “Бакай”, характеризуется более широким распределением и имеет 3 максимума при СП 600-1000, 1400-2200 и 2400-2800 соответственно. Отсюда следует, что целлюлоза “Бакай” является более полидисперсной, которая обусловлена, очевидно, глубоким протеканием процесса варки. В случае древесной целлюлозы, наблюдается два максимума на кривой ММР в области СП 500-1000 и 2200-2800.

Изучение сорбции паров воды различными целлюлозными препаратами показало, что изотермы сорбции по своему характеру близки между собой.

Определение количества сорбированной воды показало, что равновесное содержание влаги в древесной целлюлозе, как при низком относительном давлении (0,05-0,03), когда пары воды связываются в основном внутренней поверхностью целлюлозы в виде мономолекулярного слоя, так и в области высоких значений (0,75-0,95), где в основном имеет место капиллярная конденсация, количество сорбированной воды в древесной целлюлозе больше, чем в хлопковой целлюлозе. Сравнение сорбционных способностей хлопковых целлюлоз показывает, что гидрофильность целлюлозы фирмы “Бакай” больше, чем хлопковой целлюлозы. На основании изотермы сорбции были определены значения удельной поверхности ($-\dot{S}$), объема ($-W$), радиуса $-r$ пор субмикроскопических капилляров и количества сорбированных паров воды у различных образцов целлюлозы.

Значения удельной поверхности ($\dot{S}_{уд}$), рассчитаны в начальной стадии сорбций по уравнению БЭТ [3]. Анализ полученных величин показал, что для древесной целлюлозы $\dot{S}_{уд}$ по воде может служить характеристикой гидрофильности целлюлозных препаратов [2], что подтверждается и данными по СП целлюлозных препаратов. Когда, процесс варки протекает сравнительно глубоко, то СП целлюлозы соответственно будет меньше, а ее сорбционная способность - больше.

Для получения огнезащищенной хлопковой целлюлозы, которая имеет небольшое количество лигнина, достаточно 0,5-1,0 % хлора от всей массы целлюлозы. Процесс хлорирования происходит очень быстро и в зависимости от глубины хлорирования ее продолжительность может колебаться от 15 мин. до 1 часа. Процесс хлорирования проводят с целью разрушения лигнина, путем перевода его в растворимую форму в воде или щелочи, в процессах отбелики и облагораживания.

Нами также изучено влияние различных вариантов совместного применения хлора и элементного фосфора при отбелике целлюлозы на их белизну, жесткость, степень полимеризации и др. важные показатели. Установлено, что применение смеси хлора и фосфора, а также последовательное применение каждого из них в любом порядке дает возможность получения целлюлозы лучшего качества по сравнению с применением одного хлора. Здесь сказывается по-видимому, фосфор-галоидный синергизм. Эта способность фосфора и хлора используется на заключительной ступени отбелики, для придания огнезащитных характеристик целевому продукту. Таким образом, можно повышать огнестойкость целлюлозных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цоколаев Р.Б., Никольский К.С. Химия и технология эфиров целлюлозы. - Владимир, ВНИИСС, 1994- С- 28-30.
2. Сидиков А.С. Изменение надмолекулярной структуры целлюлозы при активационных обработках фосфорорганическими соединениями/ Сидиков А.С.//журнал ХПС, № 6. 2000- С. 497-499.

К ВОПРОСУ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аганов А.А.

Донцов С.А. кандидат технических наук, доцент

Российский университет транспорта

Аннотация. Рассмотрена проблема тушения лесных пожаров, приведена лесопожарная обстановка в РФ. Проанализированы отечественные и зарубежные способы, методы и системы пожаротушения лесных массивов. Для совершенствования системы противопожарной защиты предложен комплекс организационно-управленческих и технико-технологических решений.

Ключевые слова: лесные пожары, очаг, обстановка, способы, методы, решения.

ON THE ISSUE OF EXTINGUISHING FOREST FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Aganov A.A.

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

Russian University of Transport

Abstract. The problem of extinguishing forest fires is considered, the forest fire situation in the Russian Federation is given. Domestic and foreign methods, methods and systems of forest fire extinguishing are analyzed. To improve the fire protection system, a set of organizational and managerial, technical and technological solutions is proposed.

Keywords: forest fires, hearth, situation, methods, methods, solutions.

В настоящее время проблема борьбы с лесными пожарами является крайне актуальной. Так, согласно официальным данным МЧС в 2019 г. на территории Российской Федерации по данным дистанционного зондирования Земли, было выявлено более 180 тыс. очагов природных пожаров, которые несли угрозу свыше, чем 18 тыс. населенных пунктов. Ежедневно и несколько раз в сутки, проводился прием и обработка космической информации по всей территории страны. Уже через один час после приема информация о местонахождении очагов и их характеристиках передавалась в территориальные органы управления РСЧС. По территориям, на которых складывалась наиболее сложная лесопожарная обстановка, проводилась дополнительная съемка с высоким разрешением в целях уточнения параметров обстановки. При пролете спутника особое внимание уделялось наличию термоточки – значительному повышению температуры на поверхности земли в сравнении с соседними участками.

Указанный инструментарий, а также исследование и анализ термических аномалий, позволили своевременно отслеживать направление и скорость распространения пожаров.

В 2019 г. на территории страны возникло более 14,4 тыс. очагов природных пожаров на общей площади свыше 10 078 тыс. га, причем наиболее сложная лесопожарная обстановка складывалась на территориях республик Бурятия и Саха (Якутия), Забайкальского, Красноярского и Хабаровского краев, Иркутской и Амурской областей, на которые пришлось 50,28 % количества очагов пожаров и более 93,52 % общей площади, пройденной огнем [1].

Для защиты населенных пунктов и объектов экономики авиацией МЧС России было совершено свыше 700 вылетов, произведено более 2,8 тыс. сливов, сброшено свыше 22 тыс. т воды. Перегруппировка личного состава включала более 350 вылетов и перевозку порядка 2,4 тыс. чел., более 183 тыс. ед. техники.

На оперативном совещании 18 февраля 2021 г. с постоянными членами Совета Безопасности – Президентом РФ В.В. Путиным [2] было отмечено, «...что остаются нерешенными вопросы по подсистемам противопожарных мероприятий, требуется совершенствование единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, проведения профилактических мероприятий, а также поддержание на должном уровне современной технической оснащенности и готовности пожарно-спасательных сил...».

Проанализируем существующие способы и методы тушения лесных пожаров.

Выбор тактических способов и приемов зависит от характера пожара, наличия сил и средств тушения, их технических возможностей, геоэкологических условий и характеристик конкретной местности.

Основными на сегодня способами тушения являются:

1. захлестывание кромки пожара, сбивание пламени;
2. тушение водой кромки огня, без добавок огнегасящих средств, в том числе подача воды на полосу горючего материала непосредственно перед кромкой пламени;
3. тушение с применением огнегасящих веществ;
4. засыпка кромки огня грунтом (для легких песчаных и супесчаных почв);
5. прокладка заградительных полос на путях прохождения огня;
6. создание опорной линии и отжиг горючих материалов;
7. тушение с применением авиации;
8. устройство заградительных каналов;
9. тушение с помощью искусственного вызывания атмосферных осадков

Указанные выше способы пожаротушения образуют три группы решений:

- а) предупреждение;
- б) тушение;
- в) предотвращение последствий.

Согласно документа [3] таксономия средств предупреждения и тушения лесных пожаров в зависимости от назначения и области применения имеет вид:

- мобильные средства пожаротушения;
- пожарное оборудование;
- пожарный инструмент;
- системы связи и оповещения;
- средства индивидуальной защиты лиц персонала;
- огнетушащие вещества;
- дополнительные.

Важной вехой в предупреждении лесных пожаров явилось создание лесопожарного районирования государственного лесного фонда бывш. СССР [4], в основе которого была положена лесопирологическая характеристика местности (52 лесопожарные области), включающая в себя: условия возникновения, распространения и развития пожаров, а также их последствия и условия борьбы с ними. Интересен и опыт Северной Америки по созданию национальных систем прогнозирования поведения лесных пожаров (например, в США – система «Behave», а в Канаде – система «Fire Behave Prediction»).

В РФ была разработана система пирологических характеристик и оценок как основа управления пожарами в бореальных лесах, которая явилась информационным модулем базы для прогноза поведения пожаров и их последствий, позднее преобразованная в систему пожароуправления [5 -7].

В целях обеспечения пожарной безопасности лесных массивов необходим комплекс организационно-управленческих и технико-технологических решений.

Организационно-управленческие решения должны включать в себя постоянное совершенствование и развитие единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, новые технологии и методы обучения персонала.

Например, конкретизация полномочий и зон ответственности различных ведомств, детализация условий для введения режима ЧС в регионах и привлечения сил Федерального резерва, конкретизация зоны контроля лесных пожаров.

Технико-технологические решения включают достаточно обширный инструментарий, выделим приоритетные из них:

- создание новых высокоэффективных огнетушащих составов с применением пенообразователей и пропиток, в том числе быстрое создание противопожарных барьеров;

- исследование и создание химических веществ и соединений, стимулирующих ливнеобразование кучевых облаков, образующихся над пожаром из-за подъема паров (метод вызова искусственных осадков);

- доработка и совершенствование имеющихся технических средств пожаротушения (например, модернизация двигателей широко известного самолета АН-2 позволяет перевести машину на авиационный керосин, который дешевле в несколько авиационного бензина – проект «ТВС-2МС»);

- внедрение инновационных решений и элементов робототехники для тушения пожаров;

- применение беспилотных летательных аппаратов дальнего действия для мониторинга лесных пожаров с обеспечением возможности доставки полезных грузов на пожар (например, аппарат Ка-137 вертикального взлета и посадки, способен зависать в непосредственной близости от обследуемого объекта для его детального изучения; аппарат Капан К-МАХ — беспилотный гражданский вертолет, спроектированный специально для транспортировки грузов на внешней подвеске – массой до 2,7 т.

Предложенный комплекс организационных решений и технических новшеств позволяют повысить уровень противопожарной защиты, сократить человеческие и материальные потери.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Официальный сетевой ресурс Президента РФ [сайт]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/>
3. Приказ Минприроды РФ от 28.03.2014 N 161 Об утверждении видов средств предупреждения и тушения лесных пожаров, нормативов обеспеченности данными средствами лиц, использующих леса, норм наличия средств предупреждения и тушения лесных пожаров при использовании лесов.
4. Цветков П.А. Исследования природы пожаров в лесах Сибири / П.А. Цветков, Л.В. Буряк // Сибирский лесной журнал. 2014. № 3. С. 25–42
5. Софронов М.А. Лесопожарное районирование Гослесфонда СССР // Горение и пожары в лесу: мат-лы первого Всесоюз. совещ. Ч. 1. Профилактика и тушение. Красноярск: ИЛиД им. В.Н. Сукачева СО АН СССР, 1980. С. 26–43.
6. Софронов М.А. Система пирологических характеристик и оценок как основа управления пожарами в бореальных лесах: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03. Красноярск: Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 1998. 60 с.
7. Волокитина А.В., Софронов М.А. Классификация и картографирование растительных горючих материалов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 312 с.

О ВОПРОСЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Адольф И.И.

Товарянський В.И., кандидат технических наук

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

Аннотация. Предприятия швейной промышленности относятся к пожароопасным производствам. Ликвидация пожаров швейных предприятий является сложной и требует привлечения значительного количества сил и средств. Поэтому актуальной задачей является предотвращение возникновения пожаров, а также минимизация человеческих и материальных потерь.

ABOUT THE QUESTION OF ENSURING FIRE SAFETY OF THE GARMENT INDUSTRY

Adolf I.I.

Tovarianskyi V.I., PhD in Technical Sciences

Lviv State University of Life Safety

Abstract. Garment industry enterprises are classified as fire hazardous industries. Elimination of fires at garment enterprises is difficult, and with large areas of combustion, this requires the involvement of a large number of forces and means. Therefore, the urgent task is to prevent fires, which will minimize human and material losses.

Предприятия швейной промышленности относятся к объектам легкой промышленности. Пожары, возникающие на таких предприятиях, приводят к повреждению оборудования, разрушению строительных конструкций, уничтожению готовой продукции, а также к травмированию и гибели людей, работающих на данных предприятиях. Ликвидация таких пожаров в большинстве случаев требует привлечения значительного количества сил и средств. Поэтому, прежде всего важно предотвратить возникновение пожара.

Например, в январе 2017 года возник пожар такого предприятия в г. Львов, в результате чего огнем уничтожено готовую продукцию, сырье и производственное оборудование на площади 2500 м² (рис.1) [1].

Даже несмотря на соблюдение строгого противопожарного режима персоналом и постоянного контроля органов по надзору в сфере пожарной и техногенной безопасности, проблема возникновения пожаров на швейных предприятиях остается актуальной, а задачи по ее решению требует проведения исследований и внедрения технических решений для уменьшения количества пожаров, снижения человеческих и материальных потерь.

В процессе работы швейных предприятий при различных условиях эксплуатации производственного оборудования могут возникать пожары и чрезвычайные ситуации, связанные с ними. С целью восприятия процесса возникновения пожара, а также его предотвращения, нужно учитывать наиболее характерные причины возникновения возгораний [2]:

– нарушение правил внутреннего распорядка и противопожарных инструкций предприятия;



Рис. 1. Процесс ликвидации пожара (а) и последствия, вызванные пожаром производственных и складских помещений швейного предприятия (б)

- пренебрежение правилами эксплуатации электрооборудования и электрических сетей;
- разряды атмосферного и статического электричества;
- нарушение правил эксплуатации вентиляционного и пневматического оборудования;
- нарушение технологических режимов работы оборудования;
- применение режимов тепловой обработки материалов и изделий без учета их свойств пожарной опасности.

Исследуя проблематику пожаров швейных предприятий, нужно отметить, что процессы возникновения и распространения горения зависят от особенностей технологического процесса. Отметим, что технологический процесс производства одежды или текстильной продукции осуществляется по этапам, которые в зависимости от установленного порядка, выполняются в отдельных цехах, в частности экспериментальном, подготовительном, раскройный и швейном. Технологический процесс включает: изготовление швейной продукции; создание модели; разработку конструкций; подготовку и раскрой; пошив изделий; конечную обработку; контроль качества; складирование и хранение.

С целью предотвращения возникновения пожаров на швейных предприятиях необходимо соблюдать требования нормативных документов в области пожарной безопасности, которыми регламентированы правила их размещения с учетом условий ограничения распространения пожара между зданиями в пределах территории расположения. Это достигается особенностями расположения производственных и складских зданий, соблюдением достаточных противопожарных расстояний, использованием строительных материалов в соответствии с госстандартами.

Что касается обеспечения пожарной безопасности во внутреннем пространстве швейных предприятий, нормы подчеркивают важность и необходимость применения конструктивных мер, а также объемно-планировочных решений для предотвращения распространения пожара внутри помещений, между помещениями и этажами.

Вывод. Швейные предприятия наряду с другими предприятиями легкой промышленности, являются пожароопасными. Главной задачей по повышению эффективности обеспечения пожарной безопасности таких предприятий является проведение исследований, направленных на разработку новых и совершенствование существующих инженерно-технических решений и нормативной базы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Во Львове горело помещение завода «Электрон». [Электронный ресурс]. – URL: https://zaxid.net/u_lvovi_gorilo_primishhennya_zavodu_elektron_n1414343 (дата обращения: 22.01.2021).
2. Степаненко С. Г., Яник Я. М., Тимошук Ю. Т. Исследование пожаров. Справочно-методическое пособие. - М.: УкрН-ДИПБ МВД Украины, 1998. 233 с.

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Антоненко М.А.

Пасовец В.Н., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. В работе представлены причины возникновения пожаров на тракторах и комбайнах различного назначения. Показано, что данные причины связаны с нарушением правил эксплуатации, конструктивными недостатками машин и механизмов, разрушением узлов и деталей, нарушением технологических процессов, неосторожным обращением с огнем, поджогами, проявлением сил природы, нарушением противопожарных требований, нарушением правил хранения и транспортирования веществ и материалов.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, трактор, комбайн, чрезвычайная ситуация, причина пожара, нарушение правил эксплуатации, разрушение узлов и деталей.

ANALYSIS OF CAUSES OF AGRICULTURAL MACHINERY FIRES

Antanenka M.A.

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

Abstract. The causes of fires on tractors and combines are presented in the work. These causes of fires are associated with violation of operating rules, structural defects of machines and mechanisms, destruction of units and parts, violation of technological processes, careless handling of fire, arson, manifestation of the forces of nature, violation of fire safety requirements, violation of rules for storage and transportation of substances and materials.

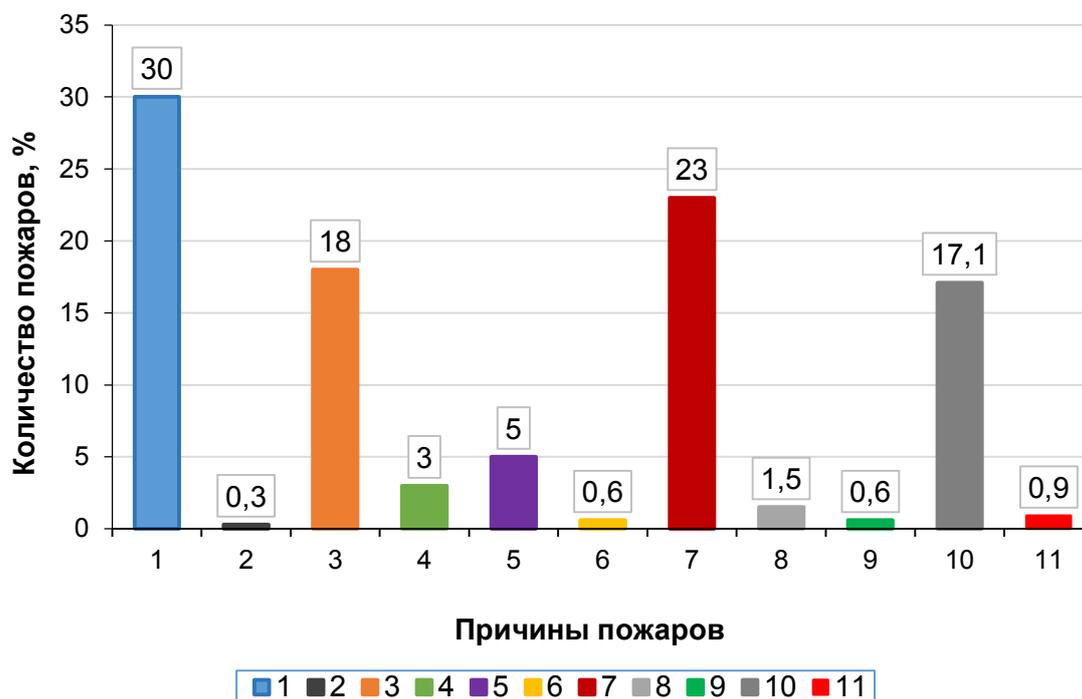
Keywords: agricultural machinery, tractor, harvester, emergency, cause of fire, violation of operating rules, destruction of units and parts.

Пожарная опасность, возникающая в процессе эксплуатации сельскохозяйственной техники, обусловлена наличием большого количества горючих материалов, использующихся в различных системах двигателя, зубчатых и фрикционных передач и гидравлического оборудования. При этом пожарная нагрузка зерноуборочного комбайна в среднем составляет $900 - 1\,000 \text{ кг/м}^2$ ($2 \cdot 10^4 \text{ МДж/м}^2$) [1, 2]. Согласно статистическим данным в Республике Беларусь за период 2015 – 2019 гг. произошло сокращение машинно-тракторного парка в аграрном секторе экономики Республики Беларусь [3], в связи с чем возросла сезонная нагрузка на каждую единицу техники.

Также необходимо отметить, что на сегодняшний день сельскохозяйственное машиностроение развивается по пути увеличения производительности посредством повышения энергонасыщенности тракторов и комбайнов различного назначения. При этом повышение энергонасыщенности обеспечивается за счет увеличения мощности их силовых агрегатов [2]. Однако применение сельскохозяйственных машин с более высокой производительностью также создает дополнительную опасность возгорания. Указанные обстоятельства, наряду с увеличением доли машин, выработавших свой ресурс, существенно актуализируют проблему пожарной безопасности.

На основе информации за 2019 год, зафиксированной Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, можно выделить 11 групп пожаров на сельскохозяйственной технике, причинами которых являются: нарушение правил эксплуатации, конструктивные недостатки машин и механизмов, разрушение узлов и деталей, нарушение технологического регламента, неосторожное обращение с огнем,

поджоги, проявление сил природы, нарушение противопожарных требований, нарушение правил хранения и транспортирования веществ и материалов, неустановленные причины и прочие ситуации (рисунок).



1 – нарушение правил эксплуатации; 2 – проявление сил природы; 3 – разрушение узлов и деталей; 4 – нарушение технологического регламента; 5 – неосторожное обращение с огнем; 6 – поджоги; 7 – конструктивные недостатки; 8 – неустановленные причины; 9 – нарушение противопожарных требований; 10 – прочие причины; 11 – нарушение правил хранения и транспортирования веществ и материалов

Рисунок. Причины пожаров на сельскохозяйственной технике в Республике Беларусь

При этом необходимо отметить, что одной из частых причин пожаров является скопление горючего материала на деталях с высокими температурами, расположенных рядом с двигателем. Температура поверхности элементов данных деталей может достигать 500 °С [4], что превышает температуры воспламенения соломы и пожнивных остатков. Так, пшеничная солома, имеет температуру воспламенения 200 °С [5]. При этом регулярное техническое обслуживание и очистка сельхозмашин являются одним из путей снижения риска возникновения пожара.

Среди причин, связанных с нарушением правил эксплуатации, конструктивными недостатками машин и механизмов, и разрушением узлов и деталей наиболее часто к пожарам приводят неисправности в системах питания, смазки и выпуска отработавших газов, электрооборудования, а также гидроприводов навесного и прицепного оборудования.

Утечки топлива, масел и жидкостей из гидравлических систем вследствие износа и повреждения деталей, узлов и систем сельскохозяйственной техники при эксплуатации и дорожно-транспортных происшествиях могут привести к пожару. Частыми причинами пожаров на сельскохозяйственной технике являются следующие неисправности топливной системы: повреждение и разгерметизация топливных баков, разрывы топливопроводов, течь топлива в местах соединения топливопроводов при механическом и тепловом воздействиях.

В связи с вышеизложенным к конструкциям топливных систем сельскохозяйственной техники предъявляется ряд требований, например, в соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов и прицепов к ним» топливные баки, изготавливаются коррозионно-стойкими и устанавливаются с защитой от последствий удара по передней или

задней части трактора, также топливные баки должны сохранять герметичность при давлении в 2 раза превышающем рабочее давление. При этом топливо не должно протекать через крышку бака или через устройства, предназначенные для компенсации избыточного давления, даже в случае, если бак находится в полностью перевернутом состоянии.

Повышение нагрузочных режимов работы двигателей внутреннего сгорания, сопровождается увеличением удельных нагрузок на детали кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, а также на детали трансмиссии, что ведет к интенсификации процессов старения масла и невозможности обеспечения системой смазки охлаждения трущихся поверхностей. В результате наблюдается значительный рост температуры на трущихся поверхностях. При этом современные моторные масла имеют температуру вспышки 190 – 220 °С [6].

Электрическая энергия, используемая для пуска двигателя, а также для приведения в действие контрольно-измерительных приборов сельскохозяйственной техники, может являться источником зажигания. При достижении критических значений температур в электрооборудовании возможно воспламенение изоляции и находящихся вблизи горючих конструкционных материалов и т.д. Если же температура не достигает критической, но достаточно высока, то в значительной степени увеличивается скорость старения изоляции провода, а ее эксплуатационное состояние и долговечность снижаются. Это может привести к воспламенению изоляции токоведущих частей в результате короткого замыкания.

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.

Система выпуска отработавших газов представляет собой определенную пожарную опасность, так как она подвержена воздействию высоких температур газов, образующихся в цилиндрах двигателя при сгорании топливовоздушной смеси. При попадании топлива на выпускной коллектор происходит образование пожаровзрывоопасной горючей смеси в подкапотном пространстве трактора или комбайна.

Огромную пожарную опасность создают искры, представляющие собой горящие частицы, выбрасываемые с отработавшими газами. Причиной образования искр в двигателях внутреннего сгорания тракторов и комбайнов является нагар, который образуется на стенках системы выпуска отработавших газов при сгорании дизельного топлива и моторного масла. При сгорании 100 кг дизельного топлива образуется 150 гр. нагара. Сгорание моторного масла, попавшего в цилиндры двигателя, дает значительно больше нагара за счет присутствия в масле металлической и минеральной пыли. При этом в работе приведена зависимость размера образующихся искр и их пожарной опасности. Данная проблема усугубляется отсутствием или низкой эффективностью искрогасителей, применяемых на сельскохозяйственной технике в Республике Беларусь.

Таким образом, основными путями снижения количества пожаров на сельскохозяйственной технике является предотвращение образования потенциальных источников зажигания в системах питания, смазки, выпуска отработавших газов и электрооборудования, а также строгое соблюдение технологического регламента обслуживания сельхозмашин и правил пожарной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная безопасность технологических процессов. Методы оценки и анализа пожарной безопасности. Общие требования: СТБП 11.05.03-2010. – Введ. 01.01.2011. – Минск: БелГИСС, 2011. – 76 с.
2. Костюк, Е.П. Основные направления повышения уровня пожарной безопасности зерноуборочной сельскохозяйственной техники / Е.П. Костюк, К.А. Давыдчик //

Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы: сборник материалов VII международной научно-практической конференции курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктов (аспирантов). – В 2-х ч. – Минск: КИИ, 2013. – Ч.1. – С. 57 – 58.

3. Статистический сборник по сельскому хозяйству Республики Беларусь, 2019 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь, ред-кол. И.В. Медведева [и др.]. – Минск 2019. – 235 с.
4. Шароглазов, Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 403 с.
5. Таубкин, С.И. Справочник пожароопасности твердых веществ и материалов / С.И. Таубкин, А.Н. Баратов, Н.С. Никитина. – М.: Издательство МКХ РСФСР, 1961. – 148 с.
6. Исхаков, Х.И. Пожарная безопасность автомобиля / Х.И. Исхаков, А.В. Пахомов, Я.Н. Каминский. – М.: Транспорт. 1987. – 314 с.

УДК 614.841.332

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ЗАЩИТЫ

Бабаев Р.Н., Полипчак Д.А., Боев И.В., Митрохин В.В., Хрулев А.В.

Дали Ф.А., кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших функций государства. В соответствии с здание или сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы в процессе эксплуатации здания или сооружения исключалась возможность возникновения пожара, обеспечивалось предотвращение или ограничение опасности задымления здания или сооружения при пожаре и воздействия опасных факторов пожара на людей и имущество, обеспечивались защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на здание или сооружение.

Ключевые слова: пожарная опасность, объект защиты, свод правил, пожарная безопасность, риск-ориентированный подход, управление риском, осуществление надзора

TOPICAL ISSUES OF ENSURING FIRE SAFETY AT PROTECTED FACILITIES

Babaev R.N., Polipchak D.A., Boev I.V., Mitrokhin V.V., Khrulev A.V

Dali F.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. Ensuring fire safety is one of the most important functions of the state. In accordance with the building or structure, it must be designed and constructed in such a way that during the operation of the building or structure the possibility of a fire is excluded, the prevention or limitation of the danger of smoke from the building or structure during a fire and the effects of dangerous fire factors on people and property is ensured, and people are protected and property from exposure to hazardous fire factors and (or) limiting the effects of exposure to hazardous fire factors on a building or structure.

Keywords: fire hazard, object of protection, set of rules, fire safety, risk-based approach, risk management, supervision

Обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших функций государства [1]. В соответствии с [2] здание или сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы в процессе эксплуатации здания или сооружения исключалась возможность возникновения пожара, обеспечивалось предотвращение или ограничение опасности задымления здания или сооружения при пожаре и воздействия опасных факторов пожара на людей и имущество, обеспечивались защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на здание или сооружение.

Для строительства жилых и общественных зданий требуется разработка проектной документации. И одним из основных разделов проектной документации является раздел «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» (далее – МОПБ) [4]. К основным проблемным вопросам при проведении экспертизы раздела МОПБ проектов жилых и общественных зданий на соответствие нормативным требованиям относятся:

- до сих пор в разделах МОПБ проектов встречаются ссылки на нормативные документы (СНиП, НПБ, ТСН, ВСН и т.п.), не отвечающие целям Федерального закона «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ [5];

- до сих пор происходит проектирование по нормативным документам (СНиП, НПБ, ТСН, ВСН и т.п.), не отвечающим целям Федерального закона «О техническом регулировании», или по отмененным нормативным документам (СП 2.13130.2009, СП 4.13130.2009, СП 7.13130.2009, ППБ в РФ и т.п.), поэтому главы разделов проекта или даже целые разделы проекта не соответствуют современным требованиям пожарной безопасности;

- неправильно устанавливаются категории по взрывопожарной и пожарной опасности помещений, зданий и наружных установок, а расчеты категорий по взрывопожарной и пожарной опасности выполняются только по требованию экспертиз или надзорных органов. В настоящее время категории по взрывопожарной и пожарной опасности производственных и складских помещений, зданий и наружных установок должны определяться по ст. 27 № 123-ФЗ, СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности», а категории по взрывопожарной и пожарной опасности вентиляционных камер по пп. 6.6 и 6.7 СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности»;

- неправильно определяется высота здания (вместо «пожарно-технической» высоты здания, по определению п. 3.1 СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы», п. Б.5 СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009» и п. 1.1 СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003», зачастую указывают «градостроительную» высоту здания, указанную, например, в статье 8 закона Санкт-Петербурга «О Правилах землепользования и застройки Санкт-Петербурга» от 4 февраля 2009 года № 29-10);

- неправильно определяется этажность здания (вместо этажности здания по определению п. 3.56 СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям», зачастую указывают «количество этажей» здания по определению п. Г.8 СП 118.13330.2012), а также при определении этажности здания не учитываются, например, антресоли площадью более 40% площади этажа, ярусы хранения автомобилей в автостоянке, верхние технические этажи;

- площадь пожарного отсека определяется не в соответствии с требованиями, указанными в п. 6 СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты», то есть как «максимальная площадь этажа, ограниченная наружными стенами здания и (или) противопожарными стенами 1-го типа», а по определению п. 4.11 СП 56.13330.2011 «Производственные здания. Актуализированная

редакция СНиП 31-03-2001», где в площадь пожарного отсека не включается площадь лестничных клеток, или по наибольшей суммарной площади помещений этажа, поэтому площади под внутренними стенами и перегородками фактически не учитываются в площади пожарного отсека. Поэтому, зачастую, фактическая площадь пожарного отсека превышает максимально допустимую по СП 2.13130.2020;

– превышение допустимых объемов здания, что не позволяет проектировать по нормам наружный противопожарный водопровод, при этом не разрабатываются специальные технические условия по обеспечению пожарной безопасности (далее – СТУ), требуемые прим. 5 табл. 4 СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности». При этом СП 8.13130.2020, как нормативный документ по пожарной безопасности добровольного применения, может не использоваться при проектировании при условии, что пожарный риск не превышает нормативного значения (ч. 1 п. 1 ст. 6 №123-ФЗ), однако в этом случае СТУ все равно должны разрабатываться, так как на объекты, для которых отсутствуют нормативные требования пожарной безопасности, разработка СТУ обязательна (п. 2 ст. 78 № 123-ФЗ) и т.д.

Все нарушения, связанные с отступлением от требований нормативных документов по пожарной безопасности в соответствии с ч. 1 п. 1 ст. 6 № 123-ФЗ возможно обосновать путем расчета пожарного риска. Это так называемое «гибкое нормирование» – принцип нормирования, при котором конкретные технические требования могут нарушаться при расчетном обосновании. Поэтому требования любых нормативных документов по пожарной безопасности, указанных в перечне к № 123-ФЗ (приказ Росстандарта от 16.04.2014 г. № 474) могут быть отменены в связи с тем, что пожарная безопасность объекта защиты обеспечена путем расчета пожарного риска, который не превышает допустимых значений.

Таким образом, разработчик раздела проекта «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» на начальном этапе проектирования может выбирать любой из способов подтверждения условия обеспечения пожарной безопасности проектируемого объекта. Каждый из способов имеет как свои положительные, так и отрицательные стороны, поэтому при незнании всех особенностей современного пожарного нормирования в России, в проект могут быть заложены технические решения, кажущиеся дешевыми на этапе проектирования, но дорого обходящиеся собственнику объекта на этапе эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. О пожарной безопасности: Федер. закон от 21 дек. 1994 г. № 69-ФЗ.
2. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федер. за-кон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ.
3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ.
4. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию: Постановление Правительства РФ от 16 февр. 2008 г. № 87.
5. О техническом регулировании: Федеральный закон от 27 дек. 2002 г. № 184-ФЗ.
6. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства РФ от 16 сен. 2020 г. № 1479).
7. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 дек. 2004 г. № 190-ФЗ.

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ, СВЯЗАННОЙ
С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ**

Баев Н.Н.

Гоман П.Н., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Разработан алгоритм работы программного обеспечения для определения уровня чрезвычайной ситуации, связанной с лесными пожарами.

Ключевые слова: лесной пожар, чрезвычайная ситуация, программное обеспечение, алгоритм работы, комиссия по чрезвычайным ситуациям.

**DEVELOPMENT OF A SOFTWARE ALGORITHM FOR DETERMINING THE LEVEL
OF AN EMERGENCY SITUATION ASSOCIATED WITH FOREST FIRES**

Baev N.N.

Goman P.N., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The algorithm of software operation for determining the level of an emergency situation associated with forest fires has been developed.

Keywords: forest fire, emergency, software, operation algorithm, commission on emergency situations.

На территории Беларуси выбор способов и технических средств для ликвидации лесных пожаров зависит прежде всего от вида и интенсивности пожара, наличия сил и средств пожаротушения, намечаемых тактических методов и приемов. Эффективность работы лесопожарных служб в значительной степени определяется их оснащённостью специальными средствами пожаротушения, транспорта и связи, от которых зависят продолжительность тушения пожара и его площадь к моменту локализации [1].

Сложность ликвидации лесных пожаров во многом определяется быстрым распространением фронта пламени с возможностью охвата территории нескольких районов. Определяющими факторами успешности ликвидации пожаров в данных условиях будут являться достаточность привлекаемых сил и средств, которые определены планами защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), и согласованность действий комиссий по ЧС всех уровней.

В этой связи, для принятия правильного и оперативного решения по определению уровня ЧС, связанной с лесными пожарами, и достаточности сил и средств для их ликвидации, целесообразным является разработка и внедрение в работу комиссий по ЧС программного обеспечения (далее – ПО), позволяющего на основании анализа имеющихся в распоряжении комиссии по ЧС сил и средств определить площадь лесного пожара, которую они могут ликвидировать без привлечения сил и средств вышестоящих комиссий.

Перед началом создания любого ПО необходимо разработать его алгоритм работы, описывающий последовательность всех операций. Так для создания ПО по определению уровня ЧС, связанной с лесными пожарами, был разработан соответствующий алгоритм, представленный на рисунке.

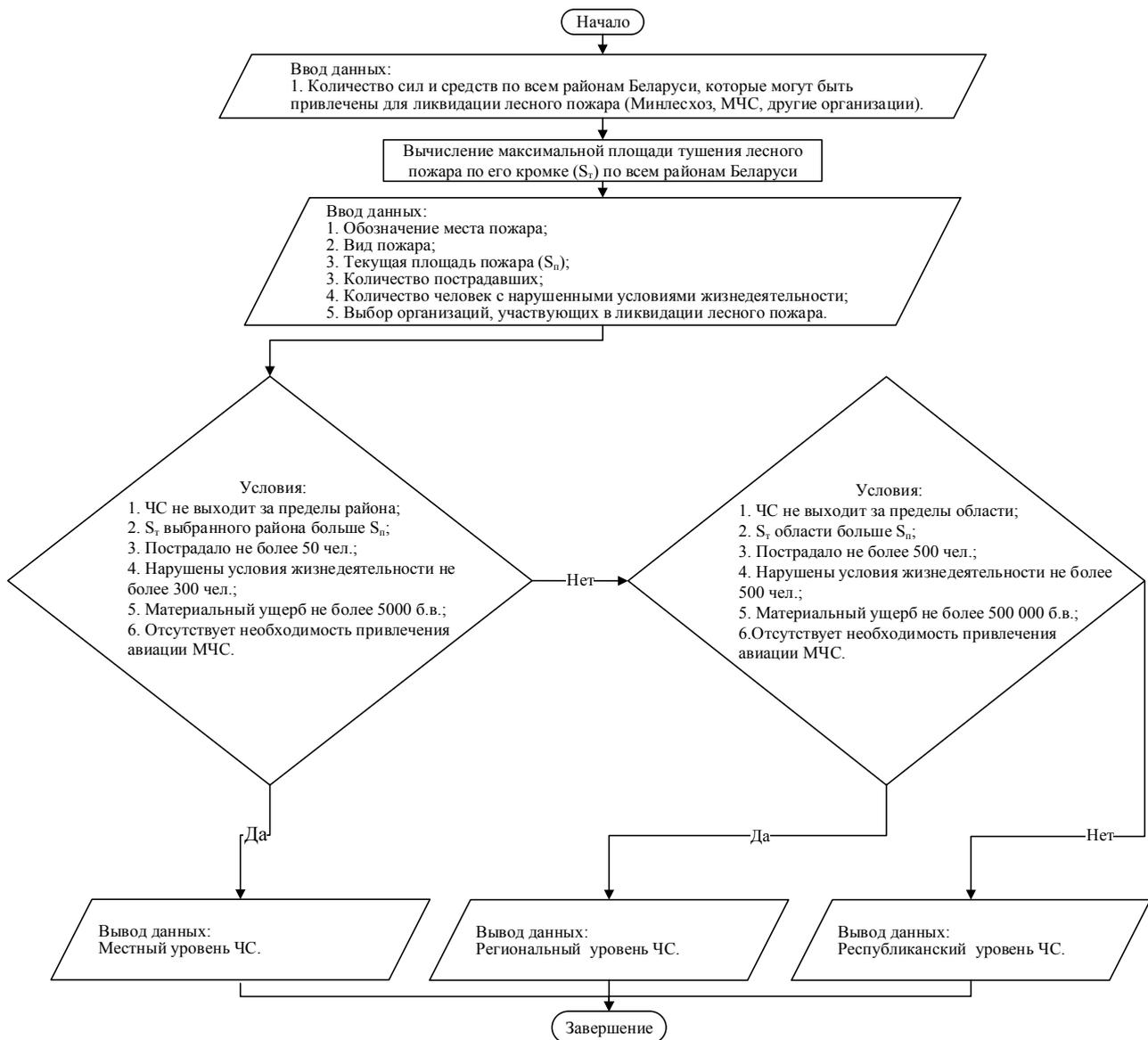


Рисунок. Алгоритм работы ПО по определению уровня ЧС, связанной с лесными пожарами

К устанавливаемым критериям по определению уровня ЧС относятся:

1. Территориальное распространение;
2. Размер причиненных (ожидаемых) экономических убытков;
3. Количество пострадавших;
4. Количество человек с нарушенными условиями жизнедеятельности;
5. Достаточность сил и средств для ликвидации лесного пожара [2, 3].

К первичным исходным данным для работы ПО относится количество сил и средств по районам Беларуси, которые могут быть использованы для ликвидации лесных пожаров (Минлесхоз, МЧС, другие организации). Далее производится расчет максимальной площади тушения лесного пожара по его кромке (S_T) для каждого района Беларуси на основании тактико-технических характеристик имеющихся сил и средств.

Вторичными исходными данными для ПО являются:

1. Обозначение места пожара;
2. Вид пожара;
3. Текущая площадь пожара;
3. Количество пострадавших;
4. Количество человек с нарушенными условиями жизнедеятельности;
5. Выбор организаций, участвующих в ликвидации лесных пожаров.

В процессе работы ПО сопоставляет исходные данные с установленными критериями [2], чтобы определить уровень ЧС, связанной с лесными пожарами.

Разработанное по приведенному выше алгоритму ПО позволяет за минимальное время определить уровень ЧС, исходя из сложившейся на пожаре обстановки, а также достаточность/недостаточность сил и средств, имеющихся в распоряжении соответствующей комиссии по ЧС, для ликвидации лесных пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усеня, В.В. Опыт Республики Беларусь в борьбе с лесными пожарами / В.В. Усеня, Н.Н. Юревич // Устойчивое лесопользование. – 2017. – Т.50, № 2 – С. 15-21.
2. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера : Закон Респ. Беларусь от 5 мая 1998 г. №141-З : с изм. и доп. : текст по состоянию на 17 июля 2020 г. – Минск : iLex. – 15 с.
3. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера : Постановление МЧС Респ. Беларусь от 19 февраля 2003 г. № 17. – Минск : iLex. – 53 с.

УДК 614.8

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ И БЕЛАРУСИ

Барановский А.С.¹, Усолкин С.В.¹, Барановская Е.Н.¹, Кодеба В.М.², Никитин В.И.²

¹ФГБУ ВНИИПО МЧС России

²НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси

Аннотация. Техническое регулирование в области пожарной безопасности в России и Беларуси за последние десятилетия претерпело серьезные изменения. Рассмотрены основные принципы функционирования системы нормативных документов.

Ключевые слова. Нормативные требования, пожарная безопасность, техническое регулирование.

TECHNICAL REGULATION IN THE FIELD OF FIRE SAFETY IN RUSSIA AND BELARUS

Baranovskiy A.S., Usolkin S.V., Baranovskaya E.N.

Abstract. Technical regulation in the field of fire safety in Russia and Belarus has undergone major changes over the past decades. The basic principles of functioning of the system of normative documents are considered.

Keywords: Regulatory requirements, fire safety, technical regulation.

Техническое регулирование различных сфер в СССР представляло собой хорошо отлаженную эффективную систему. Одной из сильнейших ее частей являлось регулирование строительной отрасли, которая, в свою очередь, включала в себя вопросы обеспечения пожарной безопасности. Требования пожарной безопасности, связанные с проектированием объектов различного назначения, как правило, включались в качестве разделов в строительные нормы и правила (СНиП). Кроме того, существовали комплекс «пожарных» документов – норм пожарной безопасности (НПБ), а также различные руководящие документы и отраслевые нормы, включающие в себя некоторые требования пожарной безопасности.

После 1991 года функционирование этой системы нормативных документов в бывших республиках Советского Союза продолжалось по инерции, хотя и сопровождалось выходом некоторых новых нормативных документов.

Подход к техническому регулированию в России с 2002 года принципиально изменился. основополагающим моментом таких кардинальных изменений стало принятие закона «О техническом регулировании» [1]. В соответствии с его положениями в 2008 году был принят Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2], ставший основой нормирования в области обеспечения пожарной безопасности, а в 2009 году был утвержден целый комплекс нормативных документов, конкретизирующих положения [2] и содержащий требования по проектированию противопожарной защиты зданий и сооружений. К указанным документам относятся своды правил и национальные стандарты, отражающие различные аспекты противопожарной защиты: обеспечение эвакуации людей, огнестойкость объектов защиты, ограничение распространения пожара, а также требования к проектированию различных активных систем – пожарной сигнализации, автоматической установке пожаротушения, внутреннему противопожарному водопроводу, системе оповещения и т.д.

Примечательно, что в соответствии с концепцией, заложенной [1] и [2], указанные документы имеют добровольный статус, хотя и ограниченный положениями части 6 [2]. А именно, указанным законом предусматривается два варианта (условия), при которых пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной:

1) выполнение требований нормативных документов (своды правил, национальные стандарты) в полном объеме;

2) подтверждение решений, отличных от требований норм, расчетом пожарного риска.

Для выполнения второго из указанных условий в существующем нормативном поле имеются две расчетные методики ([3], [4]), позволяющие определить численное значение величины пожарного риска, минимальное значение которой также установлено [2].

Кроме указанных условий законом [2] рассматривается еще один вариант, когда на объекте защиты применяются особые архитектурные, конструктивные, объемно-планировочные или иные решения, требования к которым отсутствуют в существующих нормах. При наличии таких решений объект фактически не является нормативным или даже относится к уникальным.

В этом случае для указанного объекта разрабатывается отдельный документ – специальные технические условия, отражающий специфику объекта в части обеспечения пожарной безопасности. Этот документ согласовывается с органами МЧС и Минстроя России и фактически является третьим вариантом подтверждения обеспечения пожарной безопасности объекта защиты.

В Республике Беларусь структура технических нормативных правовых актов в сфере архитектурной, градостроительной и строительной деятельности установлена Указом Президента Республики Беларусь от 05.06.2019 № 217 «О строительных нормах и правилах» (далее – Указ Президента Республики Беларусь от 05.06.2019 № 217).

В свою очередь механизм участия заинтересованных государственных органов управления Республики Беларусь урегулирован постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 07.08.2019 № 517 «О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 05.06.2019 № 217», отражающийся в процедуре разработки указанных технических нормативных правовых актов.

Указ Президента Республики Беларусь от 05.06.2019 г. № 217 устанавливает два вида документов: строительные нормы – обязательные для соблюдения и строительные правила – добровольные для применения.

Обязательные для соблюдения нормы устанавливают требования к: механической прочности и устойчивости зданий и сооружений; пожарной, промышленной, ядерной, радиационной, энергетической безопасности; защите от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; экономии энергии и тепловой защиты; нормативам охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологическому благополучию населения.

Добровольные для применения правила содержат требования, разработанные в установленном порядке, и применяются по усмотрению субъекта хозяйствования.

Необходимо отметить, что согласно белорусскому законодательству строительные нормы и правила разрабатываются и утверждаются Министерством архитектуры и строительства. Это значит, что вопросы обеспечения пожарной безопасности строящихся объектов отражаются в содержании указанных документов и рассматриваются Межведомственным советом по вопросам архитектуры, градостроительства и строительства, в состав которого входят специалисты Министерства по чрезвычайным ситуациям.

Таким образом, требования пожарной безопасности при проектировании объектов строительства являются частью соответствующего комплекса строительных норм и правил.

В случае отсутствия таких требований в строительных нормах на проектирование объекта строительства предусматривается разработка специальных технических условий (далее – СТУ).

Указанные СТУ содержат обязательные для проектирования и строительства требования, разработанные с учетом специфики назначения конкретного объекта строительства.

Как следует из вышеизложенного, механизмы технического регулирования двух стран имеют как общие черты, так и существенные отличия. В частности, учитывая статус требований пожарной безопасности, а также менее широкое применение расчетных методик для обоснования наличия отступлений, можно говорить о более жестком нормативно-техническом регулировании вопросов пожарной безопасности в Беларуси. Однако, такое регулирование нельзя назвать менее эффективным, чем в России. Для однозначного вывода в данном случае требуется более детальное сравнение самих требований, а также практики их применения.

Нельзя также не отметить, что в перспективе возможно создание общего нормативного поля в области пожарной безопасности на базе . Общие документы в этой области уже создаются, однако пока что касаются отдельных вопросов, больше связанных с пожарно-технической продукцией. Основой для этих норм является Технический регламент ЕАЭС «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/17).

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон Российской Федерации от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании».
2. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности (утверждена Приказом МЧС России №382 от 30 июня 2009 г.).
4. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утверждена Приказом МЧС России №404 от 10 июня 2009 г.).

ВЛИЯНИЕ ГЕКСАФТОРСИЛИКАТА МЕДИ(II) НА ПОКАЗАТЕЛИ ГРУППЫ ГОРЮЧЕСТИ ЭПОКСИАМИННЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Бенеш Э.В.

Пархоменко В.-П.О. кандидат технических наук

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

Аннотация. Установлено, что введение антипирена в количестве 11, 22 и 44 масс. ч. способствует снижению показателей группы горючести эпоксиаминных композиций и соответствуют типу, как горючие, средней воспламеняемости. При введении в композицию гексафторсиликату меди(II) в количестве 66 масс. ч. показатели пожарной опасности эпоксиаминных композиций значительно уменьшаются и переводят образцы в тип негорючих материалов.

Ключевые слова: эпоксиаминная композиция, гексафторсиликат меди(II), группа горючести, показатели пожарной опасности.

THE INFLUENCE OF COPPER (II) HEXAFLUORSILICATE ON THE INDICATORS OF THE FLAMMABILITY OF EPOXYAMINE COMPOSITIONS

Benesh E.V.

Parkhomenko V.-P.O., PhD in Technical Sciences

Lviv State University of Life Safety

Abstract. It was found that the introduction of a fire retardant in the amount of 11, 22 and 44 mass. including helps to reduce the indicators of the flammability group of epoxyamine compositions and correspond to the type, as combustible, medium flammability. When introduced into the composition, copper (II) hexafluorsilicate in an amount of 66 wt. including indicators of the fire hazard of epoxyamine compositions are significantly reduced and transfer samples to the type of non-combustible materials.

Keywords: epoxyamine composition, copper (II) hexafluorosilicate, flammability group, fire hazard indicators.

Одной из характеристик, по которой оценивают пожарную опасность полимерных материалов и изделий из них горючесть, то есть способность материалов заниматься, поддерживать и распространять процесс горения. Вместе с тем следует отметить, что достичь эффекта абсолютной негорючести органических полимерных материалов практически невозможно. Однако, учитывая то, что большинство пожаров возникает в результате действия источников зажигания невысокой мощности, очень важно снизить горючесть полимера, чтобы он медленнее занимался, медленнее распространялось пламя, а для воспламенения необходимы были бы более жесткие условия [1, 2].

Результаты определения группы горючести эпоксиаминных композиций [3-6] свидетельствуют о положительном влиянии гексафторсиликату меди(II) на параметры их пожарной опасности (табл. 1). В частности, установлено, что композиции, которые не содержат антипирен, имеют наибольшее значение максимального прироста температуры ($\Delta t_{max} = 667^\circ\text{C}$) и потери массы при горении ($\Delta m = 89,0\%$). Продолжительность достижения максимальной температуры газообразных продуктов сгорания составляет 150 с.

Таблица 1

Результаты экспериментального по определению показателей группы горючести эпоксиаминных композиций с различным содержанием CuSiF_6

Показатель свойств композиций	Содержание CuSiF_6 , мас. ч.				
	0	11	22	44	66
Температура реакционной камеры до введения образца, t_o , °С	200	200	200	200	200
Максимальная температура газообразных продуктов сгорания, t_{max} , °С	867	663	657	630	220
Максимальный прирост температуры, Δt_{max} , °С	667	463	457	430	20
Продолжительность достижения максимальной температуры, τ , с	150	130	184	240	300
Потеря массы, Δm , %	89,0	81,2	78,6	79,6	4,9
Группа горючести	горючие, средней воспламеняемости				трудно-горючие

Введение антипирена в количестве 11, 22 и 44 масс. ч. способствует снижению показателей группы горючести, а именно максимальный прирост температуры снижается на 204-327 °С, а потеря массы - на 7,8-10,4%. При этом продолжительность достижения максимальной температуры газообразных продуктов сгорания колеблется в пределах 130-240 °С. Поскольку максимальный прирост температуры рассмотренных с ниток превышает 60°С, а потеря массы - 60%, то их можно отнести к горючим материалам. В зависимости от продолжительности достижения максимальной температуры, которая лежит в пределах 0,5 мин. $\leq \tau \leq 4$ мин. Образцы классифицируют как материалы средней воспламеняемости.

Относительно особенностей самого процесса горения следует отметить, что образец композиции без антипирена очень легко и быстро воспламеняется, горит с выделением чрезвычайно большого количества дыма и сажи и трудно поддается тушению. Образец композиции с антипирином является более устойчивым к горению.

Стремительным же снижением показателей группы горючести наблюдается при введении в композицию 66 масс. ч. гексафторсилкату меди(II). Поскольку максимальный прирост температуры образца такой композиции не превышает 60 °С ($\Delta t_{max} = 20^\circ\text{C}$), а потеря массы при горении меньше 60% ($\Delta m = 4,9\%$), то ее можно отнести к категории - трудногорючие материалы. Максимальная температура газообразных продуктов сгорания достигается за 300 °С. [7]. Образец исследуемой композиции горит только при воздействии пламени горелки и моментально прекращает гореть после его удаления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Helen Lavrenyuk The effect of preparation technology and the complexing on the service properties of self-extinguishing copper (II) coordinated epoxy-amine composites for pouring polymer floors / Helen Lavrenyuk, V-P Parhomenko, Borys Mykhalichko // International Journal of Technology. 2019. Vol. 10. No. 2. P. 290-299.
2. Лавренюк О.І. Квантово-хімічне моделювання поведінки хелатного комплексу $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{NH}_2)(\text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{NHC}_2\text{H}_4\text{NH}_2)]\text{SiF}_6$ – антипіренузатвердника епоксидних смол в умовах горіння / О.І. Лавренюк, Б.М. Михалічко, В.-П.О. Пархоменко // Вопросы химии и химической технологии. – 2018. – № 3 (118). – С. 31-36.
3. Пархоменко В.-П.О. Визначення групи горючості епоксіамінних композицій, модифікованих солями купруму(II) / В.-П.О. Пархоменко, О.І. Лавренюк, Б.М. Михалічко // Проблемы пожарной безопасности. – 2017. – Вып. 41. – С. 124-128.

4. Пархоменко В.-П.О. Роль антипірена-затвердника у формуванні самозгасаючих епоксіамінних композицій / В.-П.О. Пархоменко, О.І. Лавренюк, Б.М. Михалічко // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. –2017. – №1 (3). – С. 84-89.
5. Пархоменко В.-П.О. Вплив купрум(II) гексафлуорсилікату на термоокисну стійкість самозгасаючих епоксіамінних композицій / В.-П.О. Пархоменко, В.В. Кочубей, Б.М. Михалічко, О.І. Лавренюк, Ю.П. Павловський // Пожежна безпека. – 2017. – №30. – С. 132-136.
6. Пархоменко В.-П.О. Перспективи застосування силіційумісних антипіренів для зниження горючості епоксидних композицій / Пархоменко В.-П.О., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. // Збірник наукових праць Вісник ЛДУБЖД. Львів, 2017. – №15. – С. 94-100.
7. Пархоменко В.-П.О. Трудногорючие эпоксиаминные композиции: принципы формирования и регулирования показателей пожарной опасности / Пархоменко В.-П.О., Лавренюк Е.И., Мыхаличко Б.М. // Научный журнал: Вестник Кокшетауского технического института. Казахстан, 2018. – № 1 (29). – С. 56-61.

УДК 661.174

ВСПУЧИВАЮЩИЕСЯ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Благинин С.А.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Представлен краткий обзор литературы, касающийся вспучивающихся огнезащитных покрытий, истории их создания, процессах исследования, а также включающий некоторые современные представления о вспучивающихся огнезащитных покрытиях.

Ключевые слова: огнезащита, вспучивающиеся огнезащитные покрытия, пожарная безопасность.

INTUMESCENT FIRE-RETARDANT COATING

Blaginin S.A.

Saint-Petersburg State University of the Ministry of Emergency Situations of Russia.

Abstract. A brief review of the literature concerning intumescent flame-retardant coatings, the history of their creation, the research processes, as well as including some modern ideas about intumescent flame-retardant coatings is presented.

Keywords: fire protection, intumescent flame retardant coatings, fire safety.

Первые сведения об огнезащитных терморасширяющихся покрытиях раскрываются в патенте Х. Грамма [3] и соавторов, опубликованном в 1938 году, позднее [1-] был описан состав компонентов вспучивающихся систем с точки зрения их функций. Первая обширная обзорная статья была опубликована в начале 1970-х годов Х. Вандерсаллом [2], в ней и были сформулированы первоосновы термолитического синтеза огнезащитных интумесцентных покрытий, которые с тех пор принципиально не менялись. В течение последних десятилетий наиболее активно над изучением вспучивающихся систем и возможного механизма их огнезащитного действия работали зарубежные и отечественные исследовательские группы Г. Камино, С. Буорбигота, Ф.А. Левитес, Л.Н. Машляковского, С.А. Ненахова, И.С. Решетникова. Особенности коксообразования при горении полимерных материалов

в присутствии антипиренов изучались научными коллективами Н.А. Халтуринского, А.А. Берлина Р.М. Асеевой и другими. Общеизвестными на сегодняшний день являются представления о том, что в процессе термоллиза огнезащитных полимерных композиционных материалов вспучивающегося типа протекают физико-химические превращения, приводящие к синтезу новой полимерной структуры, которая вспенивается образующимися газообразными продуктами. Однако единых представлений о природе и структуре образующегося полимера на сегодняшний день нет. [2] Исследователями констатируется, что протекание реакций между компонентами интумесцентной композиции влияет на огнезащитную эффективность ОКК. однако их закономерности изучены недостаточно, чтобы являться основой для направленного создания огнезащитных материалов с повышенными эксплуатационными характеристиками.

Одним из первых, кто предложил использовать огнезащитные покрытия, и смог теоретически обосновать полученный эффект был Дж. Л. Гей-Люссак.[4] Он предложил обрабатывать деревянные конструкции смесью фосфата аммония и буры. Композиции, включающие эти вещества используются по настоящее время.

В начале XX века обширные исследования в этом направлении вели американские ученые из лаборатории Forest Products Laboratory. Они провели исследование около 130 неорганических огнезащитных составов. Свою эффективность показали такие вещества, как диаммонийфосфат, моноаммонийфосфат, хлорид аммония, бура, и некоторые другие. Однако от части из них пришлось отказаться, ввиду привносимых ими проблем: коррозионная активность, гигроскопичность, снижение прочности и др.

Первым патентом в данной сфере был патент Х. Трамма с соавторами[3] в 1938 году, в котором предлагался состав, при нагревании образующий слой вспененного углерода. Также стоит отметить работу Дж. Джонса с соавторами[5]. Они предложили систему из смол и других компонентов, образующую пенококсовый слой при нагревании. Однако широкого применения вспучивающиеся огнезащитные составы не нашли вплоть до 1980-х годов. Основную конкуренцию для них составляли составы для пропитки древесины под давлением.[8]

В настоящее время существует огромное количество патентов вспучивающихся огнезащитных покрытий, однако все они включают три основные группы компонентов: коксообразователь, вспенивающий агент и источник кислоты.[6]

В качестве коксообразователя используются богатые углеродом органические соединения, такие как сорбитол, декстрины, крахмал, пентаэритрит и другие.[6]

Вспенивающие агенты должны обеспечить достаточно большое количество газа при термическом разложении, при этом выделение газа должно происходить при определенной температуре, зависящей от других компонентов системы.

Роль кислот во вспучивающихся композициях заключается в дегидратации коксообразователя, при этом ее высвобождение должно происходить при достаточно низких температурах. Лучше всего себя в этой роли показывают фосфор-содержащие соединения.[1]

Также в состав композиций входят связующее вещество, различные наполнители и добавки, которые улучшают огнезащитные свойства краски.[7]

Обобщая вышесказанное, можно утверждать, что в области исследования огнезащитных покрытий накоплено большое количество экспериментальных данных, однако до сих пор нет единого представления о механизме всех протекающих в результате вспучивания покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ненахов, С.А. Физико-химия вспенивающихся огнезащитных покрытий на основе полифосфата аммония. Литературный обзор / С.А. Ненахов, В.П. Пименова // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – №8. – С. 11-58.
2. Vandersall, H.L. Intumescent Coating Systems. Their Development and Chemistry / H.L. Vandersall // Journal of Fire and Flammability. – 1971. – №2. – P. 97-140.235.

3. Pat. 2,106,938 assigned to Ruhrchemie Aktiengesellschaft H. Tramm, C. Clar, P. Kuhnel, W. Schuff, US, Feb. 1938.
4. Gay-Lussac J.L. Note on Properties of Salt for Making Incombustible // Ann Chim. – 1821. Vol. 2, No. 18. – P. 211 – 217.
5. Jones G. Et al. U. S. 2.523.626 assigned to Albi Manufacturing Company, 1950
6. Зыбина О.А. Технология производства огнезащитных коксообразующих полимерных композиционных материалов для защиты различных объектов: дис.... д-ра техн. наук. – 2018.
7. Ненахов С.А., Пименова В.П., Натейкина Л.И. Влияние наполнителей на структуру пенококса на основе полифосфата аммония //Пожаровзрывобезопасность. – 2009. – Т. 18. – №. 7.

УДК 614.8

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ НАД СОСТОЯНИЕМ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Бондаренко Ю.И., Петухова Е.А.

Горносталь С.А. кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Проанализированы требования к содержанию и особенностям проверки технического состояния источников наружного противопожарного водоснабжения. Рассмотрены преимущества применения геоинформационных технологий для работы с данными об их местонахождении, состоянии, характеристиках.

Ключевые слова. Противопожарное водоснабжение, пожарный гидрант, пожарный водоем, геоинформационные технологии.

MODERN TECHNOLOGIES FOR MONITORING THE STATE OF FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY SYSTEMS

Bondarenko Yu.I., Petukhova E.A.

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

National University of Civil Defence of Ukraine

Abstract. The requirements for the content and features of checking the technical condition of sources of external fire-fighting water supply are analyzed. The advantages of using geoinformation technologies for working with data on their location, condition, characteristics are considered.

Keywords: Fire water supply, fire hydrant, fire reservoir, geoinformation technologies.

Подводя итоги работы за 2020 год, Государственная службы Украины по чрезвычайным ситуациям (ГСЧС Украины) отмечает чрезвычайно сложный и насыщенный ситуациями разного уровня период [1]. За прошедший год спасатели ликвидировали более 100 тысяч пожаров, спасено более 1,5 тысяч людей. Среди наиболее резонансных событий следует отметить масштабные лесные пожары в Луганской, Житомирской, Харьковской областях, Чернобыльской зоне отчуждения. Особенностью ликвидации таких пожаров является необходимость привлечения большого количества техники, людей, подачи воды от удаленных источников. Для заполнения автоцистерны или прокладки рукавных линий используют пожарный гидрант (ПГ), установленный

на водопроводной сети, естественный или искусственный водоем. Независимо от вида источник воды должен соответствовать определенным требованиям, которые изложены в нормативных документах. Анализ отчетной документации показывает, что требования выполняются далеко не во всех случаях. Зачастую техническое состояние источника не дает возможность быстро и безопасно забрать из него воду.

Требования к источникам противопожарного водоснабжения изложены в нормативных документах, которые регламентируют особенности их проектирования [2], содержания и надзора [3-4]. В 2015 году в Украине вступила в действие Инструкция [4], в которой нашли отображение вопросы надзора, учет и содержания источников наружного противопожарного водопровода (НПВ). В документе четко указано кому принадлежит источник НПВ в зависимости от его месторасположения и правовой документации.

Порядок действий для проверки технического состояния ПГ определен в Инструкции [4]. Проверка предусматривает пуск (забор) воды с ПГ, который дает возможность проконтролировать наличие воды в трубопроводе. Для проверки расчетного давления в водопроводной сети предполагается поочередно устанавливать пожарную колонку на каждый ПГ с целью определения водоотдачи водопроводной сети. С этой целью предусмотрено подключение пожарно-спасательных автомобилей к ПГ и подачи воды из пожарных стволов в количестве, необходимом для обеспечения расчетного расхода воды. В Инструкции сказано, что необходимо выбрать соответствующее количество пожарных стволов, но порядок их определения не указан. В [5] были проанализированы факторы, влияющие на результаты испытаний, и показано, что автоматический перенос результатов испытаний для одного пожарного гидранта к большему количеству может привести к неверному выводу о водоотдаче водопроводной сети.

Чтобы упростить работу по проверке водопроводных сетей, предложен программный комплекс управления проведением испытаний на водоотдачу [6]. Он включает в себя блок программ, которые имитируют действия исполнителей при проведении испытаний на водоотдачу на различных объектах. Каждая программа блока состоит из четырех основных частей. Первая часть - математическая модель, с помощью которой рассчитывают необходимые параметры. Вторая часть - описание параметров, входящих в математическую модель. Третья часть - результаты расчета, которые приводятся в виде графиков, описывающих изменение параметров в зависимости от исходных данных и числовых значений. Четвертая часть - сравнение результатов расчета с нормативными значениями. Для использования результатов предложены рекомендации, которые помогут выбрать необходимое оборудование для проведения испытаний и правильно оценить полученные результаты.

Успешность подачи воды на пожаротушение зависит от нескольких факторов: технического состояния элементов водоснабжения, наличия подъездных путей, оборудованных мест забора воды в летнее и зимнее время. Несмотря на довольно жесткие требования к техническому состоянию источников водоснабжения, не редки ситуации, когда забрать воду из них сложно или вообще невозможно. Причин для этого несколько:

- неудовлетворительное техническое состояние гидрантов, пожарных водоемов;
- отсутствие или неудовлетворительное состояние подъездных путей, указателей к источникам;
- проведения ремонтных работ на водопроводе.

Не стоит забывать о том, что территория населенного пункта насыщена подземными коммуникациями. На небольшой площадке часто расположены несколько колодцев, которые снаружи ничем между собой не отличаются. В связи с этим возникают трудности с нахождением колодца, в котором расположен ПГ, а это потерянное время. Для решения проблемы предусматривается установление указателей. На них наносят следующую информацию [3]:

- для ПГ - буквенным индексом ПГ, цифровыми значениями расстояние в метрах от указателя до гидранта, внутренний диаметр трубопровода в миллиметрах, вид водопроводной сети (тупиковая или кольцевая);

– для пожарного водоема - буквенным индексом ПВ, цифровыми значениями запас воды в кубических метрах и количество пожарных автомобилей, которые могут одновременно устанавливаться на площадке у водоема.

Довольно часто указатели отсутствуют, содержат неполную информацию (например, не указано направление, расстояние до колодца), данные невозможно прочитать. Кроме этого, во время проведения ремонтных работ на водопроводной сети пожарное оборудование оказывается на нерабочем участке, оно не способно обеспечить необходимую водоотдачу. Во избежание подобных ситуаций подразделения ГСЧС Украины постоянно проводят мониторинг состояния элементов системы противопожарного водоснабжения. Он предусматривает проведение проверок по соблюдению правил пожарной безопасности и контроль за их выполнением [3, 4]. Полученные результаты отражают на планшете водоисточников. Такие мероприятия помогают своевременно получить необходимую информацию, снизить материальные потери от чрезвычайной ситуации, сохранить человеческие жизни.

Своевременно обновлять информацию, получают к ней доступ в любое время суток, в любом месте помогают современные технологии. Геоинформационные системы (ГИС) и программные продукты позволяют получать, анализировать, хранить, оперативно использовать данные. Технология ГИС предлагает удобный, быстрый подход к решению проблем, стоящих перед пожарно-спасательными подразделениями. Современные ГИС включают в себя совокупность методов для обработки информации и организации данных. Они «умеют» хранить, управлять, анализировать, вводить и выводить информацию. С ними одновременно могут работать несколько пользователей.

ГИС представляют собой интегрированную компьютерную систему, которой управляет специалист. Система способна собирать и анализировать данные, хранить, анализировать и манипулировать информацией, моделировать и отображать данные в 2-3-х мерном пространстве. Ее применение в системе ГСЧС Украины позволяет отметить место нахождения подъездов к пожарным водоемам, пожарных гидрантов, быстро получать их характеристики, информацию относительно их состояния. Кроме того, в ресурсе можно размещать информацию о характеристиках водопровода, на котором установлен пожарный гидрант (конфигурацию, диаметр, давление). Важным фактором является возможность получения оперативной информации аварийно-спасательными подразделениями при выезде на тушение пожара. При этом использование ГИС предусматривает быстрое обновление данных по конкретным участкам водопровода.

К дополнительным положительным результатам работы с ГИС можно отнести возможность перевода документации по проверке ПГ в электронную форму. Подключение к сети интернет обеспечивает обновление данных о состоянии водопровода и установленного на нем гидранта непосредственно на карте сразу после того, как выполнены соответствующие работы. Применение подобных технологий направлено на улучшение процесса проверки НПВ, эффективности их использования пожарно-спасательными подразделениями. Опыт применения ГИС в мире показывает улучшения по разным направлениям: быстроту реагирования на чрезвычайную ситуацию, эффективность использования сил и средств, снижение финансовых затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Інформаційно – аналітична довідка про виникнення НС в Україні у 2020 році. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/119288.html> (дата обращения: 25.01.2021).
2. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. ДБН В.2.5-74:2013. К.: Держбуд України, 2013. 280 с.
3. Правила пожежної безпеки в Україні. НАПБ А.01.001-15. Х.: Форт, 2015. 124 с.
4. Інструкція про порядок утримання, обліку та перевірки технічного стану джерел зовнішнього протипожежного водопостачання. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0780-15> (дата обращения: 25.01.2021).

5. Горносталь С.А., Петухова О.А. Особенности удержания та перевірки джерел протипожежного водопостачання. Проблемы пожарной безопасности. Вып.38. Харьков: НУЦЗУ, 2015. С. 38-42.
6. Ликов А.М., Горносталь С.А. Розробка програмного комплексу управління проведенням випробувань водопровідної мережі на водовіддачу. Матеріали II Всеукр. наук-практ. інтернет-конф. студентів, аспірантів та молодих вчених за тематикою «Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні»: збірка наукових праць / Під редакцією Г.О. Райко. – Херсон: ФОП Вишемирський В. С., 2019. С. 245-246.

УДК 614.841

МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ

Братчиков А.В.

Горшков А.Г., кандидат физико-математических наук

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. В работе рассматриваются влияние опасных и вредных производственных факторов, а также необходимые меры по снижению негативного воздействия их на персонал. *Ключевые слова:* производственные факторы, электрический ток, биологический эффект.

MEASURES TO REDUCE HARMFUL FACTORS IN PRODUCTION PROCESSES

Bratchikov A.V.

Gorshkov A.G., PhD in Physical and Mathematics Sciences

Abstract. The work considers the impact of hazardous and harmful production factors, as well as the necessary measures to reduce their negative impact on personnel. *Keywords:* production factors, electric current, biological effect.

Потоки веществ, энергий и информации могут стать опасными для человека, если они превышают предельное значение для него. Совокупность потоков, действующих на человека в среде обитания, определяется всеми источниками, зоны которых по координатам и времени совпадают с жизненным пространством человека.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» по природе действия подразделяются на группы: физические, химические, биологические, психофизиологические. К физическим факторам, действующим на человека в производственном помещении, можно отнести электромагнитное излучение, шум и вибрация, электрический ток, статическое электричество, а также пожары.

Необходимо проанализировать влияние физических факторов на персонал и рассмотреть меры по снижению негативного воздействия.

Действие электрического тока (ЭТ) на ткань человека носит своеобразный характер. Проходя через организм человека, ЭТ производит термическое, электрическое, механическое действия, а такие биологические воздействия, которое является специфическим процессом, свойственным лишь живой материи.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участках тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства [1].

Электрическое действие тока выражается в расслоении различных тканей организма, в том числе мышечной ткани, стенок кровеносных сосудов, легочной ткани и других в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара от перегретой током тканевой жидкости и крови.

Биологическое действие тока появляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биологических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями.

По действующим правилам все помещения делятся по степени опасности поражения людей ЭТ на три класса:

Помещения без повышенной опасности: сухие, бес пыльные, с нормальной температурой воздуха, с изолирующими полами, в которых отсутствует заземленные предметы или их очень мало.

Помещения с повышенной опасностью: сырье, в котором относительная влажность воздуха длительно превышает 75%; жаркие, в которых под воздействием тепловых излучений температура воздуха превышает постоянно или периодически (более суток) 35°C, пыльные с токопроводящей пылью, которая выделяется в таком количестве, что может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов; токопроводящими полами – металлическими, земляными, железобетонными, кирпичными, в которых возможно одновременное прикосновение человека к имеющимся соединениям с землей металлоконструкционным зданий, технологическим аппаратам, механизмом с одной стороны, и не металлическим корпусом электрооборудования с другой.

Помещения особоопасные: особо сырые, то есть помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100%; с химически активной или в течение длительного времени содержатся органические пары, газы, жидкость, образуются отложения или плесень, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования; имеющие два или более признаков, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Вибрация является специфическим раздражителем. У рабочих вибрационных процессов отмечены головокружения, расстройство координации движения, симптомы укачивания, вестибуло-вегетативная неустойчивость. Нарушение зрительной функции проявляется сужением и выпадением отдельных участков полей зрения, снижение остроты зрения, иногда до 40 %, субъективно – потемнением в глазах.

Низкочастотные звуковые колебания хорошо распространяются в воздухе. Биологический эффект воздействия их на организм зависит от интенсивности, длительности воздействия и размеров поверхности тела, подвергаемой действию ультразвука. Систематическое влияние ультразвука вызывает функциональные нарушения нервной, сердечно – сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов.

Опасности, реализуемые в виде недопустимых для человека потоков вещества, энергии и информации, могут существенно снизить эффективность трудовой деятельности человека, ухудшить его здоровье или привести к летальному исходу. Для устранения этих нежелательных эффектов необходимо снижать уровень действующих на человека потоков как минимум до допустимых значений.

Принципиально эту задачу можно решать:

- снижением потоков в опасных зонах около источника опасности;
- выведение человека из зоны действия опасности;
- применение средств защиты на путях распространения опасных потоков к зоне пребывания человека.

В частности:

Сокращение размеров опасных зон;

Уменьшение отходов систем при их эксплуатации;

Снижение травмоопасности технических систем достигается их совершенствованием с целью реализации допустимого риска;

Применение экобиозащитной техники.

Основными методами защиты от поражения ЭТ являются: обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения; электрическое разделение сети, устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования. Что достигается: применением малых напряжений; использованием двойной изоляции; выравниванием потенциала; защитным заземлением – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетокковедущих электрического и технологического оборудования; отключением; применением специальных электротехнических средств – переносных приборов и присоединений, организацией безопасной эксплуатации электрооборудования.

Защитными средствами называют приборы, аппараты и переносные приспособления, предназначенные для защиты персонала, работающего у электроустановок, от поражения ЭТ.

Для предохранения от вредных лучевых воздействий необходимы средства защиты глаз и лица, особенно при выполнении следующих работ: шлифовании, при использовании едких жидкостей, вредном тепловом воздействии. Средствами защиты являются очки или щитки.

Средства защиты органов дыхания предназначены для того, чтобы предохранить от вдыхания и попадания в организм человека вредных веществ (пыли, газа) при проведении различных технологических процессов. При подборе средств индивидуальной защиты органов дыхания необходимо знать следующее: с какими веществами приходится работать; какова концентрация загрязняющих веществ; сколько времени приходится работать; в каком состоянии находятся эти вещества: в виде газа, пара или аэрозоли; существует ли опасность кислородного голодания; каковы физические нагрузки в процессе работы. Существует два типа средств защиты органов дыхания: фильтрующие и изолирующие. Фильтрующие подают в область дыхания очищенный от примесей воздух рабочей зоны, изолирующие – воздух из специальных емкостей или из чистого пространства, расположенного вне рабочей зоны.

В случае если нет необходимости в изолирующих средствах защиты, нужно использовать фильтрующие средства. К фильтрующим средствам защиты относится противопылевой респиратор СК – 201 (EN 149 – 1991).

ЛИТЕРАТУРА

1. Горшков А.Г., Карпенко А.А. Анализ опасности распространения пожара в производстве и меры по обеспечению противопожарной защиты технологического оборудования // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы, Воронеж, Т.1, 2018. – С. 169-171.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СРОКА СЛУЖБЫ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СОСТАВА

Вассиев Э.Н.

Атабаев Ш., кандидат физико-математических наук

Академия МЧС Республики Узбекистан

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований огнезащитных покрытий, нанесенных на металлические основы. Исследовались образцы, подвергнутые искусственному старению. Определено, что исследованное огнезащитное покрытие со временем утрачивает свои свойства.

Ключевые слова: огнезащитное покрытие, срок службы, строительные конструкции, огнезащита, срок годности.

METHOD FOR DETERMINING THE SERVICE LIFE OF FIRE-PROTECTING COATINGS UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY OF THE COMPOSITION

Vassiev E.N.

Atabaev Sh., PhD in Natural Sciences

Abstract. The article presents the results of studies of fire retardant coatings applied to metal bases. The samples, subjected to artificial aging. It was determined that the investigated fire retardant coating loses its properties over time.

Keywords: flame retardant coating, lifetime, building construction, fire protection, expiration date.

В связи со стремительно развивающимся строительством многоэтажных зданий безопасность при их эксплуатации является одной из важнейших задач. Обеспечение безопасности зданий и людей в чрезвычайных ситуациях или при пожарах способствует постоянную совершенствованию строительных норм, огнезащитной эффективности и способов тушения пожара. Анализ крупных пожаров, происходивших в последнее время показывает, что необходимо должным образом обеспечить огнезащиту строительных конструкций. Одним из способов обеспечения огнезащиты зданий и сооружений является покрытие огнезащитными составами несущих конструкций. Поскольку в качестве каркаса многоэтажных зданий обычно используется металлическая конструкция, то необходимо особое внимание уделить на их огнестойкость. В последнее время самым доступным способом обеспечения огнезащиты металлических строительных конструкций является покраска их огнезащитными красками. Чрезвычайно важным является качество этих покрытий и то, что как долго они сохраняют свои свойства. Одной из сложных задач является равномерное нанесение огнезащитным покрытием всей конструкции. Вторая проблема заключается в том, как долго это покрытие сохраняет свои огнезащитные свойства. Следовательно, необходимо периодически проверять огнезащитное покрытие на предмет потери огнезащитных свойств.

В настоящее время производители огнезащитных красок гарантируют сохранение огнезащитных свойств своих продуктов на 10-20 лет. Но здание используется примерно 50-60 лет. Каким образом металлические конструкции здания заново обрабатываются огнезащитными покрытиями через 10-20 лет? Или как узнать, сохранил ли свои огнезащитные свойства покрытие конструкции после эксплуатации здания в течение 10-20

лет? В этой статье приводится один из способов определения срока службы огнезащитных покрытий, когда состав покрытия неизвестен, поскольку производители не разглашают состав своих красок.

Если обратиться к характерным пожарам, то в первую очередь необходимо выделить мощный пожар в крупном 17-этажном торговом центре в Тегеране, Исламская Республика Иран. Огонь вспыхнул 19 января 2017 года. В результате пожара конструкции здания не выдержала пожарную нагрузку и здание рухнуло. Во время пожара в здании находилось около 300 человек, в результате обрушения только из пожарных 30 человек погибли. Сильный пожар вспыхнул 14 июня 2017 года в 27-этажном жилом здании в Лондоне, Англия. В результате более 600 человек в здании получили травмы различной степени или умерли. Здание утратило свою конструкцию. В этих пожарах был нанесен большой материальный ущерб, ест человеческие жертвы.

Гарантийный срок службы огнезащитного покрытия, нанесенного на конструкцию, согласно стандарту, должен быть более 10 лет [1]. Согласно этому стандарту срок годности огнезащитных покрытий должен определяться в соответствии со стандартом [2]. Но результаты, полученные этим методом не являются совсем адекватным, потому что здание оказывает большое влияние на металлическую конструкцию, которая использовалась в течение многих лет, следовательно трудно повторить все эти эффекты самым быстрым способом. С другой стороны, ждать 10 - 15 лет, чтобы определить срок службы покрытий, также является бессмысленным.

Поэтому определение срока службы огнезащитных покрытий обычно проводится в соответствии с существующими требованиями. Эти требования приведены в стандарте для древесных материалов [3], для металлических конструкций [4], для кабельной продукции [5]. Однако из-за того, что металл и кабели являются стандартными по требованию, т.е. их геометрические размеры слишком большие, они не имеют доступ к этой камере. Единственным выходом из этой ситуации является исследование методом термического анализа образцов [6]. В этой методике достаточно небольшого образца огнезащитного покрытия.

Огнезащитное покрытие наносилось кистью на очищенную поверхность образца стального угольника 40x40 мм. В технических условиях изделия указано, что слой толщиной 2 мм на металлическое изделие обеспечивает огнезащитную эффективность примерно 30 мин. Было подготовлено несколько образцов. Часть из них оставляли в обычной среде внутри помещения. Остальные поместили в камеру искусственного старения. Через 2,4,6 месяцев из образцов, помещенных в камерах, аккуратно снимали огнезащитное покрытие и снимали термографические спектры на установке ДТА. Анализ полученных спектров показывает, что потеря массы исходных образцов при температуре 300 °С составлял в среднем 21% в течение 30 минут, а потеря массы образцов подвергнутых искусственному старению при температуре 300 °С составляли 23%, 23% и 23% для образцов, которые были помещены в камеру 2,4,6 месяцев, соответственно. При температуре 500 °С эти значения равняются 44% и 49%, 49%, 49% соответственно. Сопоставляя эти результаты можно утверждать, что огнезащитное покрытие со временем утрачивает свои свойства.

Срок службы покрытия в условиях, если состав покрытия известен, приблизительно можно вычислить по формуле [7]:

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

где T – средняя температура, °С; τ_0 – время нахождения образца в климатической камере, с; ω – относительная влажность помещения, %, H – энергия УК волн, Ж; α и U – величины, характеризующие свойства огнезащитного покрытия. Однако, в нашем случае состав покрытия неизвестен, поэтому для приблизительного определения срока службы огнезащитного покрытия необходимо построить кривую потери массы образца при различных временах нахождения в климатической камере. Конечно, для более детального изучения временных свойств огнезащитных покрытий необходимо провести многочисленные эксперименты с различными временами старения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 12.3.047 - 98. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
2. ГОСТ 9.40191. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов.
3. ГОСТ Р 53292 - 2009. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний.
4. ГОСТ Р 53295 - 2009. Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности.
5. ГОСТ Р 53311–2009. Покрытия кабельные огнезащитные. Методы определения огнезащитной эффективности.
6. ГОСТ Р 53293 - 2009. Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа.
7. Булага С.Н., Булгаков В.В., Дудеров Н.Г., Смирнов Н.В., Стернина О.В. Проблемы прогнозирования срока службы тонкослойных огнезащитных покрытий. Ж. Пожарная безопасность, 2015, №1, стр.84-91.

УДК 614.842.6

ОЦЕНКИ СТРАХОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Вилисов В.Я.

Топольский Н.Г., доктор технических наук, профессор

Академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье рассматриваются оценки необходимых объемов страхового обеспечения возмещения ущерба при пожарах, компенсируемого ныне государством. Построена страховая модель, позволяющая по-разному взимать страховую премию с малоимущих и состоятельных граждан.

Ключевые слова: возмещение ущерба, пожары, страховая премия, среднедушевой доход, гамма-распределение.

INSURANCE ASSESSMENT FOR THE FIRE SAFETY

Vilisov V.Ya

Topolsky N.G., Grand PhD in Technical Sciences, Professor

Abstract. The article examines the assessments of the required volumes of insurance coverage for compensation for damage in case of fires, now compensated by the state. An insurance model has been built that allows for differently collecting insurance premiums from low-income and wealthy citizens.

Keywords: compensation for damage, fires, insurance premium, per capita income, gamma distribution.

В работе предпринята попытка количественного оценивания страховой нагрузки на различные категории граждан при страховании ущерба от пожаров.

Риск уничтожения имущества и жилой недвижимости в результате пожара на данный момент не относится к рискам, подлежащим обязательному страхованию в России, хотя

страхование могло бы освободить государство и общество от выплат по страховым событиям из средств государственного бюджета. Поэтому в интересах государства и общества нормальное функционирование страховых механизмов, без которых им пришлось бы чаще вмешиваться в экономические процессы, что делает тему настоящего исследования весьма актуальной.

В настоящее время издержки государства, связанные с возмещением гражданам РФ ущерба от пожаров [1], обусловлены необходимостью компенсации прямого материального ущерба (u), родственникам за погибших в пожарах (показатель R_2 – количество людей, погибших в 100 пожарах), пострадавшим от пожаров (показатель Q_2 – количество людей, пострадавших в 100 пожарах). Эти издержки носят характер единовременных выплат.

Для расчетов использованы официальные статистические данные о пожарах (по категориям - город, село, всего) прошлых лет [2].

По данным на 2018 год прямой материального ущерба составил 13777 млн. руб., количество погибших в пожарах - около 7100 человек, количество травмированных – 8774 человека. Учитывая то обстоятельство, что на сегодня не существует единой нормы компенсации за погибших и пострадавшим в пожарах, в работе принято (по прецедентам), что компенсация (родственникам) за одного погибшего выплачивается, как правило, в размере 1 млн. руб. и 100 тыс. руб. пострадавшему. Тогда общая сумма необходимого возмещения всех трех видов составила 21,754 млн. руб. в год. Следует отметить, что компенсация за погибших и пострадавшим варьируется в широких пределах по разным видам страхования (от 10 тыс. руб. до 4 млн. руб.), что определяется либо договором страхования, либо в судебном порядке.

Таблица 1 - Прогнозные значения показателей на 2018 год

Количество пожаров в России			Прямой материальный ущерб в одном пожаре, тыс. руб.		
Все	Город	Село	Все	Город	Село
125883	73847	51607	109.44	124.28	88.26
Количество погибших на 100 пожаров, чел			Количество травмированных на 100 пожаров, чел		
Все	Город	Село	Все	Город	Село
5.64	4.63	7.07	6.97	8.05	5.46

Важной группой статистических данных, необходимых для выполняемых в работе расчетов, является уровень доходов различных категорий граждан.

Один из парадоксов современной системы возмещения (компенсации) убытков [3], понесенных гражданами от стихийных бедствий, заключается в «уравниловке» - вне зависимости от состоятельности граждан и величины полученной страховки (если пострадавшие лица или объекты были застрахованы), *государство обязано* [1] возместить понесенные убытки. Эти перекосы приводят, в частности, к тому, что состоятельным гражданам выгодно не страховать свою крайне дорогую недвижимость, т.к. в случае пожара, или другого стихийного бедствия, возмещение со стороны государства составит сумму существенно превышающую среднюю. Т.е. в этих случаях государство (за счет всех налогоплательщиков) оказывает неравнозначную поддержку различным категориям граждан, что нарушает некоторые общепринятые принципы справедливости.

На рис. 1. приведено распределение граждан России по уровням доходов, построенное по данным Росстата за 2018 год (см. линию «Плотность относительных частот»).

Там же приведена аппроксимация этих эмпирических данных Гамма-распределением с параметрами $\alpha = 2,33$ – параметр формы; $\beta = 11,29$ – параметр масштаба; t – среднедушевой доход (СДД); прожиточный минимум в 2018 году – 9,691 тыс. руб. Линия «Страховая премия (% от СДД)» построена на основе данных последующего анализа и прокомментирована далее.

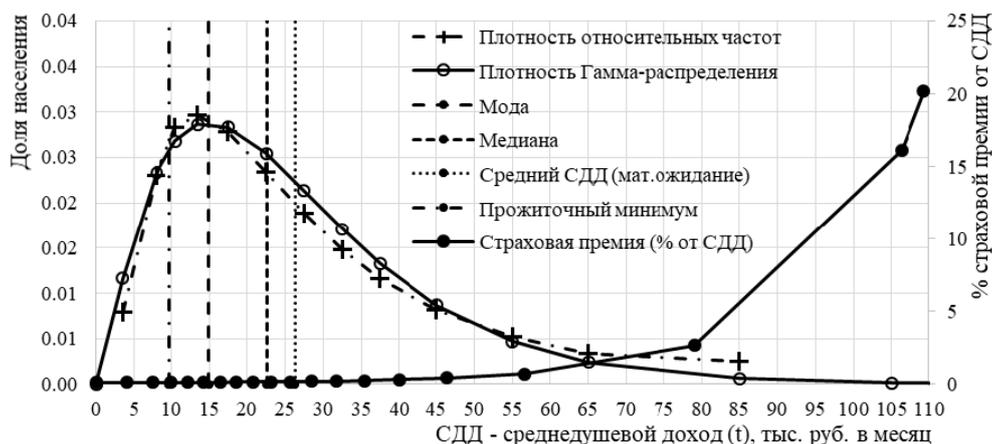


Рисунок 1 - Среднедушевой доход по России в 2018 году (по данным Росстата)

По данным Росстата в 2018 году численность трудоспособного населения – 82,2 млн. чел., откуда - численность трудоспособного населения, получающего зарплаты ниже прожиточного минимума, составляет 14,2% или 11,7 млн. чел. Тогда оставшаяся часть трудоспособного населения составляет 70,5 млн. чел.

Рассмотрены два варианта страховой модели для оценивания страховой нагрузки на страхователей, учитывая приведенные выше статистические данные о пожарной обстановке в 2018 году.

Вариант 1 отражает стандартную схему страхования [3], когда для всех страхователей тарифы одинаковы вне зависимости от их доходов. В рамках этого варианта предполагается, что возмещается весь прямой материальный ущерб (21,754 млн. руб.).

Значения основных параметров страховой модели для данного варианта следующие: количество страховых событий в 2018 году – это общее количество пожаров: $m = 125883$; количество договоров страхования равно численности трудоспособного населения ($n = 82,2$ млн.); вероятность (частота) наступления страхового события $q = \frac{m}{n} = 0,001534$; сумма среднего возмещения составит $\overline{S} = 172,811$ тыс. руб.; средняя страховая сумма: $S = 345,622$ тыс. руб.; страховая нагрузка $f = 25\%$; уровень безопасности страхования $\gamma = 0,95$; коэффициент безопасности: $\alpha(\gamma) = 1,645$; среднедушевой доход: 26,265 тыс. руб.

Вариант 2 предполагает, что при различных значениях n распределение страхователей, оплативших страховую премию, имеет вид усеченного (отсеченного слева) гамма-распределения. Т.е. отсекается часть страхователей (они не оплачивают страховую премию), имеющих низкие доходы. Отсечение левой части распределения приведет к тому, что значения статистических характеристик усеченного распределения будут отличаться от исходного. А это значит, что, варьируя порог отсечения ($t = \tau$), можно подобрать долю страховой премии достаточно малой (относительно доходов), что не должно вызвать негативной реакции страхователей.

Все расчеты аналогичны варианту 1, с той лишь разницей, что среднедушевой доход той состоятельной части населения, которая оплачивает страховую премию, будет зависеть от порога отсечения ($t = \tau$). Т.е. необходимо найти оценку математического ожидания усеченного слева гамма-распределения. Поскольку простых аналитических выражения для таких оценок нет, воспользуемся методом имитационного моделирования гамма-распределенной случайной величины с последующим определением среднего значения той части выборки, которая находится справа от точки отсечения τ .

Результаты моделирования и расчетов по варианту 2 приведены на рис. 1.

Рассмотренная в работе страховая модель основана на рекомендациях Росстрахнадзора для страховых компаний. Приведенные оценочные расчеты, выполненные для двух сценариев внедрения системы страхового возмещения ущерба населению от пожаров, показывают, что страховое обременение даже всего трудоспособного населения России

составит весьма незначительную величину – 0,11% от среднедушевого дохода (по состоянию на конец 2018 года). Такая страховая схема возмещения позволит сэкономить государству около 22 млрд. руб. ежегодно.

Второй вариант страхового обременения, рассмотренный в данном исследовании, позволяет выбрать социально обоснованный уровень среднедушевого дохода, начиная с которого может взиматься страховая премия при страховании пожарных рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. О пожарной безопасности. ФЗ. 21 декабря 1994 года N 69-ФЗ. - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/#p432 (дата обращения: 20.03.2019).
2. Пожары и пожарная безопасность в 2016 г. // Статистический сборник. - М: ФГУ ВНИИПО. - 2017. -124 с.
3. Страховое дело. Т.1. Основы страхования / Под ред. О.И. Крюгер. - М.: Экономистъ. 2004. - 447 с.

УДК 539.12: 614.8

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО САМОВОЗГОРАНИЯ ИОНИЗИРУЮЩИМ ОБЛУЧЕНИЕМ

Вилль М.Ю.

Трегубов Д.Г., кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Показано, что обеззараживание материалов органического происхождения путем радиационной обработки ионизирующими излучениями (β - и γ - излучения, рентгеновские источники) кроме удлинения сроков хранения материалов можно использовать и для предотвращения микробиологического самовозгорания в дозах до 10 кГр для пищевых продуктов (радуризация) и до 50 кГр для не пищевых продуктов (радаптеризация).

Ключевые слова: микробиологическое самовозгорание, предотвращение, ионизирующее излучение, радуризация, радаптеризация.

PREVENTION OF MICROBIOLOGY SPONTANEOUS COMBUSTION BY IONIZING RADIATION

Vill M. Yu.

Tregubov D.G., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

National University of Civil Defence of Ukraine

Abstract. It is shown that the disinfection of materials of organic origin by radiation treatment with ionizing radiation (β - and γ -radiation, X-ray sources), in addition to extending the shelf life of materials, can also be used to prevent microbiological spontaneous combustion. by doses up to 10 kGy for food (radurization) and up to 50 kGy for non-food products (radapterization).

Keywords: microbiological spontaneous combustion, prevention, ionizing radiation, radurization, radapterization.

Самовозгорание является распространенной причиной возникновения пожаров. Микробиологическое самовозгорание свойственно процессам хранения материалов органического происхождения, в которых возможна жизнедеятельность микроорганизмов. К таким материалам относят сено, зерно, торф, площадки для бытовых отходов с содержанием пищевых отходов. По пищевым отходам существует позиция Организации Объединенных Наций – «проблема контаминации пищевых продуктов является вызовом для всего человечества» (мировые потери пищевых продуктов оцениваются в 1,3 млрд. т. в год или до 30% всего производимого объема продовольственной продукции) [1]. Термин «контаминация» означает заражение продуктов патогенными микроорганизмами, а также вредное развитие колоний микроорганизмов в любом материале при его хранении. В указанных потерях не учтены потери при хранении сена, которое также можно считать косвенной продовольственной продукцией человечества. Перечисленные потери вызваны процессами гниения под действием микрофлоры, что в худшем случае создает условия для самовозгорания.

Известно, что жизнедеятельность микроорганизмов в продукции органического происхождения, кроме ее порчи, сопровождается выделением тепла и создает условия для микробиологического самовозгорания с последующим возникновением пожара [2]. Такой результат является следствием того, что в глубинных слоях растительного материала складываются условия для низкой теплоотдачи и, соответственно, для накопления выделяемой теплоты экзотермических биологических процессов. В данных условиях возникают очаги, в которых температура путем самонагрева повышается до 65–75 °С, при которой большинство микроорганизмов гибнет, но одновременно инициируются последующие экзотермические стадии (адсорбционной и химической природы) и дальнейшее повышение температуры среды. Наличие проблемы развития патогенных микроорганизмов в средах органического происхождения вызывает необходимость разработки разных способов обеззараживания.

На современном этапе для удлинения сроков хранения пищевых и сельскохозяйственных продуктов традиционно применяют химическую обработку. Однако, многие из используемых реагентов создают опасность определенного уровня для человека. Например, муку обрабатывают газообразным диоксидом хлора (E926) для отбеливания и обеззараживания, однако при этом мука теряет токоферолы (витамин E) и жирные кислоты, т.е. снижаются потребительские свойства продукции. С учетом подобных недостатков химической обработки, в мировой практике развивается радиационная обработка пищевых продуктов. Такая технология внедрена в широкое производство в более чем в 60 странах мира, а около 40 стран проводят облучение пищевой продукции на постоянной основе, при этом 40% и 39% рынка радиационной обработки занимают Китай и США. По данным Международной радиационной ассоциации, мировое производство продуктов, обработанных ионизирующим излучением, достигает 800 тыс. т. в год.

По заключению международной комиссии (FAO/WHO, 1980) использование радиационного облучения для обработки продуктов в установленных оптимальных режимах является самым безвредным по сравнению с другими способами обеззараживания. При этом радиационная технология максимально снижает потери продукции, является универсальной для любых продуктов, снижаются эксплуатационные затраты, сохраняются потребительские свойства пищевой продукции. Если для химической дезинфекции время обработки и технологической выдержки для безопасности дальнейшего использования достигает 45 дней с эффективностью обработки 50%, то радиационная обработка позволяет получить 100% эффективность с возможностью использования уже через 1 сутки. Обработка пищевых продуктов проводится в соответствии с Межгосударственным стандартом ISO 14470-2011 [3], который распространяется на процессы облучения с использованием радионуклидов ^{60}Co , ^{137}Cs , генераторов электронных пучков и рентгеновских источников.

Таким образом, для радиационной обработки органических материалов применяют β - и γ - излучения, источниками которых могут быть ускорители электронов, рентгеновские

источники (с энергией до 10 МэВ) или изотопы химических элементов в герметичных стальных ампулах (в соответствии с международным стандартом [3]). Продукция, получившая радиационную обработку, обозначается логотипом «Radura-logo». Для такого воздействия используют энергии облучения достаточные для расщепления ДНК вредных микроорганизмов, но которые не создают наведенной радиоактивности. Обработка ускоренными электронами не делает материал радиоактивным, поскольку электроны не обладают достаточной энергией для взаимодействия с ядром атома. В промышленности используют γ -установки с контролем обращения источников ионизирующего излучения: ГУБЭ-4000 – заряд изотопа 0,15 ПБк; «ГУПОС» – 0,03 ПБк; МРХ-гамма-100 – 11 ПБк; «Панорама» – 6,7 ПБк; К-300000 – 110 ПБк. Технологически для непрерывной радиационной обработки используют бункерные и конвейерные системы.

Механизм действия радиации основан на ионизации молекул и атомов, входящих в состав микроорганизмов, что нарушает их нормальные биологические функции и снижает жизнеспособность. Радиационное торможение развития патогенных микроорганизмов требует доз 1,0-7,0 кГр. Дозы γ -излучения около 10 кГр обуславливают гибель большинства видов микроорганизмов и могут быть применены для радиационной консервации продукции и увеличения сроков хранения. Торможение жизнедеятельности микроорганизмов с целью продления сроков хранения пищевых продуктов – радуризация требует доз облучения до 4 кГр. Полное уничтожение более устойчивых микроорганизмов (радаптеризация) требует еще больших доз облучения до – 50 кГр. Большие дозы за счет радиационного разрушения вызывают образование продуктов окисления, изменение цвета и вкусовых качеств пищевых продуктов, поэтому не рекомендуются к применению.

Несмотря на явные преимущества технологии радиационной обработки пищевых продуктов, при ее внедрении возникает ряд проблем, среди которых наиболее значимыми являются: выбор источников ионизирующего излучения и подбор соответствующих данным микроорганизмам и продуктам условий процесса обработки; необходимость контрольной идентификации и характеристики продуктов радиационно-химических превращений белков, липидов, углеводов; радиологическая, микробиологическая, токсикологическая безопасность и пищевая адекватность обработанной продукции. Так, в результате радиационно-химических превращений жиров молока они могут стать менее биодоступными для гидролиза ферментами и усваивания человеком. Установлено, что дозы облучения молока до 7 кГр не снижают гидролиз жиров панкреатической липазой, а более 9 кГр – снижают [4].

Однако, на Украине данные технологии не развиты, что в значительной степени определяется большими капитальными затратами на их организацию, в том числе на создание необходимых мер безопасности. Так, в порту Одессы в 2000 году установили оборудование, разработанное в Украине, для обработки пищевой продукции, которая экспортируется и импортируется, однако ее использование в современных экономических реалиях оказалось невыгодным. Поэтому актуальным остается вопрос снижения себестоимости такой обработки в промышленных масштабах.

Для удешевления радиационной обработки в качестве источников ионизирующего излучения можно использовать радиационно-активные отходы, а также организовывать технологический контакт обрабатываемых веществ с поверхностями, которые имеют наведенную радиоактивность.

Дозы γ -облучения до 10 кГр вызывают гибель большинства видов микроорганизмов, не превращает материал в опасный для людей и окружающей среды, а потому могут быть применены для обеззараживания материалов, продления срока их хранения и предупреждения опасности возникновения самовозгорания. Для предупреждения самовозгорания материалов, в которых возможна жизнедеятельность микроорганизмов, необходимо осуществлять их радиационное обеззараживание на стадиях складирования. Бункеры и силосы для хранения сена, зерна и торфа возможно оборудовать стационарными облучателями меньшей мощности для непрерывной радиационной обработки. Для одноразовой обработки торфа или площадок бытовых отходов (как для не пищевых

сред) для предупреждения микробиологического самовозгорания можно использовать дозы для радиационной обработки – до 50 кГр. Такая обработка уменьшит пожарную опасность хранения указанных материалов, ликвидирует опасность их самовозгорания и обеспечит отсутствие необходимости химической обработки или оборудования силосов газовой системой пожаротушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Trade and Food Standards. Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Trade. 2017. 72 p.
2. Тарахно О.В., Трегубов Д.Г., Жернокльов К.В., Коврегін В.В. Основні положення процесу горіння. Виникнення процесу горіння. Навчальний посібник. Х.: НУЦЗУ, 2020. 408 с. URL: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/11382>.
3. ISO 14470-2011 (R2018). Food irradiation. Requirements for the development, validation and routine control of the process of irradiation using ionizing radiation for the treatment of food. International Organization for Standardization, 2011.
4. Черешнев В.А. Кинетика гидролиза панкреатической липазой жиров молока, подвергнутых радиационной обработке. Методические указания. Екатеринбург: УФУ, 2013. 30 с.

УДК 528:8

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Вовченко В.А., Ураков Е.О.

Матухно В.В., кандидат технических наук

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Одним из способов предотвращения лесных пожаров является разработка систем раннего обнаружения пожара в лесных массивах. В данном докладе предлагается система автоматического раннего обнаружения лесных пожаров с помощью оптических и тепловых камер наземной станции и установленных на беспилотных летательных аппаратах.

Ключевые слова: обнаружение пожара с воздуха, мониторинг пожара с воздуха, лесной пожар, БПЛА, лесное хозяйство, тепловизионная съемка.

INTEGRATED MONITORING SYSTEM FOR FOREST FIRE PREVENTION

Vovchenko V.A. Urakov E.O.

Matukhno V.V., PhD in Technical Sciences

Abstract. One way to prevent forest fires is to develop early fire detection systems in forests. In this work, a system of automatic early detection of forest fires using optical and thermal cameras of the ground station and installed on unmanned aerial vehicles is developed.

Keywords: air fire detection, air fire monitoring, forest fire, UAV, forestry, thermal imaging.

Леса являются важной составляющей для поддержания равновесия природы, потому что они выступают источником биоразнообразия на Земле. К сожалению, каждый год лесные пожары во всем мире уничтожают миллионы гектаров леса, а на их тушение тратятся

миллионы долларов и большое количество дополнительных сил и средств. Лесной пожар стал серьезной техногенно-природной опасностью. Поэтому раннее предотвращение лесных пожаров является главной составляющей в обеспечении баланса экосистемы.

Современные средние и большие системы пожарного наблюдения не обеспечивают своевременного выявления через низкое разрешение и длительный период сканирования. Поэтому существует потребность в масштабируемом решении, которое может обеспечить обнаружение пожара в режиме реального времени с высокой точностью [1].

Такой подход к интеграции системы дает необходимую и важную автоматизацию для раннего выявления и оценки пожара, улучшая при этом текущее состояние систем мониторинга и наблюдения за экосистемами на более эффективном местном уровне. Такая система будет вполне уместна, пригодна и экономически выгодна для мониторинга лесов и предотвращения пожаров на небольшой местности, в деревнях и горных районах.

Еще одним важным элементом такой системы является использование беспилотный летательный аппарат (БПЛА). Действия БПЛА дополнительно увеличивают информацию о состоянии ситуации и, следовательно, очень существенно уменьшают количество ложных сигналов. Таким образом, такая система является более чувствительной и способной прогнозировать вероятность возникновения пожара.



Рис. 1 - Основные компоненты интегрированной системы

Эта комбинация обеспечивает высокое качество информации, высокое разрешение, минимизацию ложных событий, сохраняя при этом общую стоимость системы настолько небольшой, чтобы ее можно было развернуть в крупных масштабах. Время, за которое БПЛА может достигать мониторинговой зоны очень мало из-за того, что он может быть развернуто на местном уровне, тогда как пилотируемый самолет должен взлететь с дальней базы, тем самым БПЛА значительно сокращает время реагирования.

Главным элементом такой системы выступает тепловизор. Благодаря способности измерять температуру в бесконтактном режиме, они могут быть легко использованы для предотвращения лесных пожаров.

Тепловизоры делают снимки или видео теплового излучения, а не видимого света. Для них нужно только тепло от объекта, чтобы иметь возможность получить изображение или видео. Тепловизоры не подвержены воздействию видимого света, поэтому они могут дать нам четкие изображения, даже если смотреть на солнце. Тепловизионная камера (теповизор), установленная на БПЛА превращает его в мощный инструмент, который может использоваться во многих секторах [2].

Благодаря своей способности измерять температуры, тепловизоры являются идеальным инструментом для интеграции в систему мониторинга на БПЛА. Также тепловизоры могут легко обнаружить горячие точки, которые является первым показателем того, что может возникнуть пожар. Оператор может задавать различные типы правил в системе. Если одно из этих правил будет нарушено, автоматически сработает сигнал. Эффективность такой системы базируется на одном БПЛА, но ее с легкостью можно интегрировать и в большее количество БПЛА, в результате чего мы получим очень чувствительную и надежную информацию, которая позволит службе спасения достаточно быстро и эффективно выявлять, предотвращать и реагировать на лесные пожары.

Для решения насущной проблемы мониторинга мы предлагаем систему, которая состоит из стационарных камер, контролирующих определенную зону обследования, одновременно она отслеживает экологические условия и оценивает угрозы во время полета на основе таких параметров, как температура, скорость ветра и направление ветра. Все эти данные в комплексе необходимые для процесса автоматизированной операции при оценке риска возникновения пожара. Если возникает угроза с соответствующим рейтингом риска, который превышает заранее определенный порог, в таком случае: компетентные органы, получают сообщение с помощью SMS-сообщения. Если нужно больше данных, используется БПЛА с визуальной и тепловой камерой, который собирает больше данных для точного анализа ситуации. Дополнительные данные сочетаются с предыдущими данными для обновленной итерации оценки риска. Система может быть мощным инструментом, позволяющим службе спасения принимать решения на основе точных данных (рис. 1).

Решающим параметром проектирования данной системы является применение комплекса технологий, которые готовы к использованию, поэтому система должна иметь возможность к масштабированию. В таком случае масштабируемая и надежная системы сможет добавлять и удалять составляющие без дальнейших модификаций. Главным для системы является центральный модуль принятия решений. Его следует разработать с помощью операционной системы роботов. Главный модуль должен отвечать за решение любой системы, а также быть ключевым модулем для автоматического обнаружения и управления всеми другими модулями, и оценивать ситуацию (рис. 2). Данный модуль будет учитывать всю информацию от датчиков, оценивать условия и сообщать компетентным органам, когда будет возникать такая необходимость.

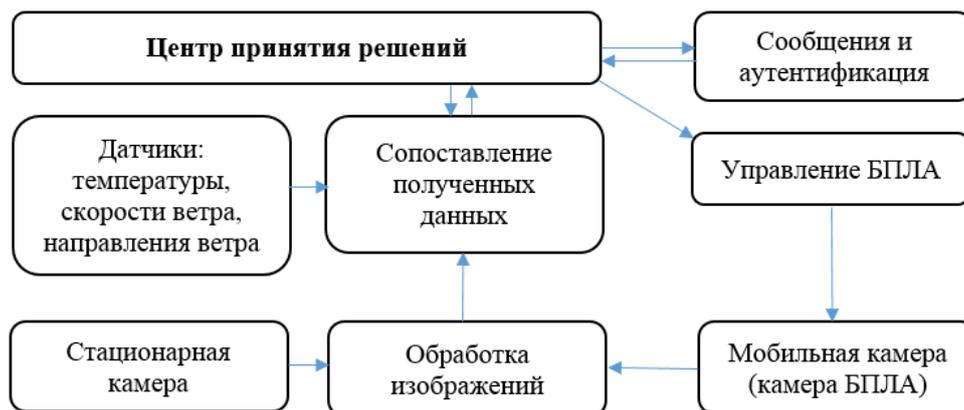


Рис. 2 - Проектирование системы и ее модули

Кроме того, необходимый компонент системы, кроме модуля принятия решений, является модуль обработки изображений, который должен отвечать за любую обработку данных, поступающую от визуальных и тепловых камер (рис. 3).



Рис. 3 - Работа центрального модуля принятия решений

Таким образом предлагаемая система, состоящая из стационарных оптических и тепловых камер, контролирующей определенный участок. Которая одновременно отслеживает экологические условия и оценивает вероятность угроз возникновения пожара на основе таких параметров, как температура, скорость ветра и направление ветра, сможет объединять данные в автоматизированном процессе оценивать риск возникновения лесного пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. L. Hua, G. Shao. 2017. The progress of operational forest fire monitoring with infrared remote sensing. Journal of Forestry Research. Vol. 28, no. 2, 215-229 pp.
2. Геоинформационные системы и аэрокосмический мониторинг <https://sovzond.ru/press-center/articles/bpla/5652/>.

УДК 614.842/.847

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ДОБРОВОЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ УЧАСТВУЮЩИХ В ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Володченков Р.Б.

Чистяков А.А., кандидат технических наук
Сидоркин В.А., кандидат педагогических наук

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Аннотация. Рассмотрены принципы создания и деятельности добровольной пожарной охраны, а также современные подходы к их обучению. Актуализированы нормы положенности обеспечения добровольных пожарных участвующих в тушении лесных пожаров.

Ключевые слова: добровольная пожарная охрана, лесные пожары.

MODERN ASPECTS OF TRAINING OF VOLUNTEER FIREFIGHTERS INVOLVED IN EXTINGUISHING FOREST FIRES

Volodchenkov R. B.

Sidorkin V. A. PhD in Pedagogical Sciences
Chistyakov A. A. PhD in Technical Sciences

FGBU VNIPO of EMERCOM of Russia

Abstract. The principles of creation and activity of voluntary fire protection, as well as modern approaches to their training are considered. The norms of the provision of voluntary firefighters involved in extinguishing forest fires are updated.

Keywords: voluntary fire protection, forest fires.

В наше время одной из актуальных проблем лесоохраны по-прежнему остаются лесные пожары, являющиеся опасным для народного хозяйства и населения, стихийным бедствием. При тушении лесных пожаров требуется оперативное вмешательство значительных, предварительно обученных сил и средств пожаротушения по мере изменения обстановки, что в свою очередь, обуславливает широкое применение сил, в том числе и спасательных

воинских формировании МЧС России, привлечение которых является в настоящее время жизненной необходимостью. А также большую роль играет участие добровольной пожарной охраны в тушении лесных пожаров.

Так, в 1 полугодии 2020 года добровольная пожарная охрана 187 раз принимала участие в тушении лесных пожаров, 45 лесных пожаров потушено ей самостоятельно.

Основными нормативными документами в этой области является Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. От 26.07.2009) «О пожарной безопасности» [1], Федеральный закон от 6.05.2011 № 100 «О добровольной пожарной охране» [2].

Добровольная пожарная охрана - социально ориентированные общественные объединения пожарной охраны, созданные по инициативе физических лиц и (или) юридических лиц - общественных объединений для участия в профилактике и (или) тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ [2].

Основные принципы создания и деятельности добровольной пожарной охраны:

- 1) равенства перед законом общественных объединений пожарной охраны независимо от их организационно-правовых форм;
- 2) добровольности, равноправия и законности деятельности добровольной пожарной охраны;
- 3) свободы в определении внутренней структуры добровольной пожарной охраны, целей, форм и методов деятельности добровольной пожарной охраны;
- 4) гласности и общедоступности информации о деятельности добровольной пожарной охраны [2].

К самостоятельной работе по участию в тушении пожаров допускаются добровольные пожарные, имеющие необходимую профессиональную подготовку. Добровольные пожарные и работники добровольной пожарной охраны, не имеющие специального профессионального образования в области пожарной безопасности, обязательно проходят обучение по программам первоначальной и последующей профессиональной подготовки, разработанные и утвержденные федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности.

Профессиональная подготовка добровольных пожарных и работников добровольной пожарной охраны проходит в подразделениях добровольной пожарной охраны. В порядке, установленном руководителем соответствующего подразделения, с учетом особенностей охраняемых объектов и территорий городских и сельских поселений и межселенных территорий или на базе учебных центров (пунктов) Государственной противопожарной службы, пожарно-технических образовательных учреждений, а также других организаций, имеющих лицензию на обучение.

Программы первоначальной и последующей профессиональной подготовки добровольных пожарных должны разрабатываться с учетом программ по подготовке профессиональных пожарных. Первоначальная подготовка должна осуществляться в объеме, необходимом для выполнения добровольным пожарным обязанностей с учетом выполняемых им работ и технической оснащенности подразделения.

Программа подготовки добровольных пожарных разрабатывается для каждой категории должностей отдельно. Нештатные должности добровольные пожарные выбирают самостоятельно, с учетом своих профессиональных навыков и умений. Режим дежурства добровольных пожарных такой же, как у профессиональных пожарных. При этом они могут осуществлять дежурство, либо находясь 24 часа в расположении подразделения добровольной пожарной охраны, либо осуществлять дежурство на дому.

При получении сообщение о пожаре, добровольные пожарные прибывают либо непосредственно к месту пожара, либо в ближайшее подразделение добровольной пожарной команды и уже оттуда следуют к месту вызова.

При тушении лесных пожаров, в соответствии с Федеральным отраслевым соглашением по лесному хозяйству Российской Федерации, работники, непосредственно участвующие в тушении лесных пожаров, обеспечиваются бесплатным питанием.

В расчет затрат на обеспечение бесплатным питанием при тушении лесных пожаров включается:

выдача питания за время осуществления работ по обследованию очага лесного пожара;

выдача питания за время доставки работников к месту лесного пожара и обратно;

выдача питания за время выполнения работ по локализации очага лесного пожара, окарауливанию локализованного лесного пожара и его ликвидации;

выдача питания за время вынужденного нахождения работников в месте тушения (ликвидации) лесного пожара из-за невозможности вывозки их оттуда по причинам, препятствующим безопасной вывозке, безопасному приземлению и взлету самолета или вертолета, а также по метеорологическим условиям. Вынужденное нахождение работников в месте тушения (ликвидации) лесного пожара должно быть обосновано и подтверждено документально.

Стоимость бесплатного питания рассчитывается согласно нормам, утвержденным Приказом Федеральной службы лесного хозяйства России от 18 мая 1999 года N 109 «Об обеспечении бесплатным питанием» [3].

Таблица -1. Нормы питания на 1 работника, занятого на тушении лесных пожаров

№ п/п	Наименование продуктов	Количество продуктов в сутки (грамм)	Калорийность
1.	Мясо тушеное (говядина тушеная, свинина тушеная, мясо в белом соусе и пр.)	340	632,4 - 970,2
2.	Консервы рыбные	75	107,6
3.	Супы консервированные (борщ, щи)	100	90,0
4.	Масло сливочное (топленое)	80	690,0
5.	Крупа (рис, гречка, овсянка и пр.) или макаронные изделия или картофель	200	645,7
		200	672,0
		400	344,0
6.	Лук репчатый, специи	30	13,2
7.	Молоко сгущенное с сахаром	80	259,2
8.	Сухие сливки без сахара	50	283,0
9.	Соль пищевая	15	-
10.	Сахар	50	200,0
11.	Хлеб пшеничный	500	1085,0
12.	Сухари пшеничные (галеты, пряники)	200	668,0
13.	Чай	15	9,0
	ИТОГО		4381,4 - 5047,2

Прочие затраты:

- стоимость метеопрогнозов, бюллетеней погоды и других материалов по метеобеспечению работ по тушению лесных пожаров;

- расходы на оплату бухгалтерских услуг по сбору и обработке первичной документации по тушению лесных пожаров;

- расходы на приобретение бумаги, картриджей и т.д.

- расходы на оплату организационных услуг (организация мобилизации питания, закупка и доставка продуктов питания, ГСМ, расходы на приобретение абонентских СИМ-карт для спутниковых мобильных телефонов, необходимых для организации работ по тушению лесных пожаров, и другие затраты)

Прочие затраты включаются в расходы на основании заключенных договоров и актов приемки услуг, товарных накладных.

Работники добровольной пожарной охраны не только проходят профессиональную подготовку в области пожарной безопасности, но также имеют специальные компенсации и льготы за исполнение своих обязанностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. От 26.07.2009) «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 6.05.2011 № 100 «О добровольной пожарной охране».
3. Приказ Федеральной службы лесного хозяйства России от 18 мая 1999 года N 109 «Об обеспечении бесплатным питанием».

УДК 614.841.11:666.973.6

ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ТВЕРДОСТИ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ ТЕМПЕРАТУРНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ^o

Волосач А.В.

Филиал ИППК Университета гражданкой защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Установлено, что при одинаковой ударной нагрузке глубина погружения индентора коррелирует с поверхностной твердостью исследуемых образцов ячеистого бетона. Особенно различимые глубины погружения индентора на образцах подвергшихся воздействию температур от 600°C до 1000°C.

Ключевые слова: ячеистый бетон, термическое воздействие, индентор, поверхностная твердость, очаг пожара.

CHANGE IN SURFACE HARDNESS OF CELLULAR CONCRETE EXPOSED TO TEMPERATURE

Volosach A.V.

Abstract. It was found that at the same shock load, the depth of immersion of the indenter correlates with the surface hardness of the aerated concrete samples under study. Especially distinguishable immersion depths of the indenter on samples exposed to temperatures from 600 ° C to 1000 ° C.

Keywords: cellular concrete, thermal effect, indenter, medium hardness, fire site.

Одним из предметов, которые хранят информацию о предшествующем температурном и временном воздействии, могут являться ячеистые бетоны, как наиболее сохраняющиеся объекты на месте пожара. Ячеистый бетон – это искусственный пористый строительный материал с характерной равномерно распределенной мелкодисперсной ячеистой структурой. Использование ячеистого бетона в строительстве принимает во всем мире все более масштабный характер. В настоящее время в Республике Беларусь годовой объем производства газобетонных изделий находится в пределах 3-4 млн. м³ [1].

Закономерности изменения свойств таких новых материалов, как ячеистый бетон, при различной температуре и времени воздействия, которые помогут восстановить картину пожара, выявить области влияния наибольших температур, и тем самым указать на возможный очаг пожара, недостаточно освещены в методических материалах, посвященных расследованию пожаров [2-5]. Изменение свойств ячеистого бетона при длительном или кратковременном высокотемпературном воздействии, которое возникает во время пожара, требуют дальнейшего изучения, и использования выявленных закономерностей (изменение различных физико-химических свойств) при определении очага пожара.

Отмеченная в [6] зависимость интенсивности трещинообразования и ширины раскрытия трещин от температуры нагрева позволяет оценивать примерную температуру нагрева конструкций в тех или иных зонах места пожара. Появление данных изменений внешнего вида говорит о структурном изменении ячеистого бетона, и в первую очередь о разрушении перегородок межпорового пространства, что должно приводить к изменению его физических свойств.

Одним из таких физических свойств, которое изменяется под воздействием высоких температур у ячеистых бетонов, является поверхностная твердость. Закономерностей

изменения твердости ячеистых бетонов (скачкообразно, линейно или случайно) от воздействующей ранее температуры и продолжительности этого воздействия даже в фундаментальной работе А.Ф.Гаевой по ячеистым бетонам не отражены [7].

Для исследований было подготовлено 60 образцов призм из ячеистого газобетона марки по средней плотности D500 согласно [8] с усредненными размерами 100x100x120 мм. План подготовки образцов к испытанию на определение поверхностной твердости предусматривал термическое воздействие на образцы в течение определенного времени (15, 20 и 30 минут). Для каждой температуры и времени воздействия было взято по 2 образца.

Для определения поверхностной твердости ячеистого газобетона, подвергнутого воздействию высоких температур, применялся метод измерения глубины (мм) погружения индентора в образец, по аналогии с известным методом определения твердости по Роквеллу. Для сообщения индентору ударно-поступательного движения было использовано специально разработанное для этих целей приспособление с ранее установленным количеством витков и твердости пружины, обеспечивающей при ее сжатии необходимую силу удара. В испытаниях анализировали шесть инденторов, изготовленных из инструментальной стали У12, имеющих правильную форму конуса и одинаковый размер диаметра – 7,5 мм, но разный угол раствора конуса (таблица 1). Шероховатость поверхности конуса индентора после фрезерной обработки и шлифовки равнялась $Ra = 12,5$.

Таблица 1 – Значения углов раствора конуса индентора

Номер индентора	1	2	3	4	5	6
Угол раствора конуса индентора	35	45	55	25	20	30

Для определения глубины погружения индентора использовался глубиномер Digital Tread Depth Gauge с диапазоном измерений от 0 до 25,4 мм, ценой измерения и погрешностью 0,01 мм.

Суммарно было проведено 1800 измерений, причем измерения проводились на каждом из образцов каждым из шести инденторов. Каждый индентор погружали в один образец с одной стороны 5 раз.

Установлено, что при малом времени воздействия температуры (15 мин) и большом времени старения образцов (2 года) разброс в полученных величинах глубины погружения индентора достигает 1,5 мм, что говорит о том, что поверхностная твердость образцов меняется в результате хранения, и применять данный метод определения поверхностной твердости, для установления предшествующей температуры воздействия надо в небольшой промежуток времени после действия высокой температуры на ячеистые бетоны блоки.

При 20 минутном воздействии высокой температуры на образцы снижения твердости при увеличении температуры становится достаточно постепенным, просматривается закономерность: чем выше температура в печи, при которой выдерживались образцы, тем меньшая у них поверхностная твердость (больше глубина погружения индентора), однако наблюдаются отдельные перекрытия доверительных интервалов в величинах твердости у образцов, обработанных при различных температурах.

При воздействии на исследуемые образцы высокой температуры в течение 20 минут, в не зависимости от угла раствора конуса индентора, наибольшая твердость у анализируемых образцов наблюдается при температуре 200°C. Это можно объяснить тем, что при нагревании до температуры 200°C происходит потеря сорбированной и химически связанной воды, при этом твердость материала увеличивается. Далее при повышении температуры твердость начинает падать, что объясняется увеличением количества разрушений перегородок в межпоровом пространстве [8].

У инденторов №3 и №4 – глубина погружения индентора на образцах, выдержанных при температурах 200 °С, 300 °С и 400 °С то резко понижается, то возрастает на величину до 1 мм, что выделяет данные инденторы из других, и говорит о невозможности использования данных углов заточки при измерении поверхностной твердости.

Установлено, что при применении индентора №6 измеренная поверхностная твердость у образцов выдержанных в печи более 700 °С значительно отличается от поверхностной

твердости у образцов газобетона, подвергшихся более низкой температуре воздействия. Отсутствуют области пересечения доверительных интервалов значений температур более 700°C с более низкими температурами, что дает возможность четко определить те области в помещении где поверхность блоков из ячеистых бетонов подверглась температуре более 700°C. Таким образом, данный метод исследования образцов на месте пожара, может быть успешно применен для обнаружения места первоначального возникновения пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сахаров, Г.П. Развитие производства и повышение конструктивных свойств автоклавного ячеистого бетона и изделий на его основе / Г.П. Сахаров // Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения: материалы 7-й Международной научно-практической конференции, Брест, Малорита, 22-24 мая 2012 г. / редкол. Н.П. Сажнев (отв. ред.) [и др.]. – Мн. : Стринко, 2012. – С. 32 – 36.
2. Чешко, И.Д. Анализ экспертных версий возникновения пожара / Чешко И.Д., Плотников В.Г. – СПб. : филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2010. – 708 с.
3. Чешко, И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие. - М: ВНИИПО, 2002. – 330 с.
4. Таубкин, С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы / С.И. Таубкин. – М. : 1999. – 201 с.
5. Зернов, С.И. Пожарно-техническая экспертиза / С.И. Зернов, В.А. Левин. – М. : ЭКЦМВДРФ, 1991. – 76 с.
6. Горовых, О.Г. Изменение величины сорбции ячеистых бетонов после термического воздействия / О.Г. Горовых, А.В. Волосач // Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация». – 2018. – №1(43). – С. 57-64.
7. Гаевой, А.Ф. Качество и долговечность ограждающих конструкций из ячеистого бетона / А.Ф. Гаевой, Б.А. Качура – Харьков: Виша школа, 1978. - 224 с.
8. Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия : ГОСТ 31359-2007. – Введ. 1.01.2009. – Минск : Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2009. – 9 с.

УДК 614.842/.847

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОТИВОПОЖАРНОГО РАССТОЯНИЯ ОТ ГРАНИЦ ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Волошенко А.А.

Академия ГПС МЧС России

Аннотация. Для практического применения расчетной методики по определению наличия угрозы уничтожения имущества при пожаре на автотранспортном средстве был разработан программный продукт для оперативной оценки требований пожарной безопасности, направленных на ограничение распространения пожара от стоянки АТС.

Ключевые слова: оценка, риск, расстояние, автотранспортное средство, безопасность.

DEVELOPMENT OF INFORMATION AND ANALYTICAL ASSESSMENT OF FIRE- FIGHTING DISTANCE FROM THE BOUNDARIES OF OPEN AREAS OF MOTOR VEHICLES

Voloshenko A.A.

Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. For the practical application of the calculation method for determining the presence of a threat of destruction of property in a fire on a motor vehicle, a software product was developed for the rapid assessment of fire safety requirements aimed at limiting the spread of fire from the parking lot of the PBX.

Keywords: assessment, risk, distance, vehicle, safety.

Анализ нормативных требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение распространения пожара между границ открытых площадок для хранения АТС до различных зданий (сооружений) показал необходимость применения расчетной методики по оценке противопожарного расстояния [1, 2, 3 и 4]. Расчетная методика оценки воспламеняемости пожароопасного облучаемого материала от воздействия излучающего теплового потока при пожаре представлена в [5, 6 и 7].

Для проведения расчетов противопожарных расстояний в зависимости от марки АТС, размеров кузова и проемов и управления пожарными рисками по оценке воздействия теплового потока был разработан программный продукт, который существенно упростит оценку, связанную с имущественным ущербом должностными лицами надзорных органов и сотрудниками экспертных учреждений МЧС России.

Для применения расчетных формул и определения безопасного расстояния r от границ открытых площадок АТС была разработана компьютерная программа для ЭВМ «Оценка безопасного расстояния от границ открытых площадок автотранспортных средств», с простым интерфейсом для приложения *Microsoft Windows*, на языке программирования *Delphi 7*.

Практическое использование программы начинается с запуска файла «Программа». После его запуска открывается стартовое окно программы (рис. 1).



Рис. 1 Общий вид основного окна программы «Оценка безопасного расстояния от границ открытых площадок автотранспортных средств»

При выборе вида излучающей поверхности («Легковой автомобиль», «Автобус» и «Грузовик») отображается информация о вводе исходных данных для определения расчетной плотности теплового потока и получения вывода (рис. 2).

Исходные данные для определения расчетной плотности теплового потока

Параметры излучающей поверхности

Вид излучающей поверхности: **Легковой автомобиль**

Марка: **Ford Focus**

Вид поверхности: **Кузов** Ширина кузова: **1823** мм

Расположение: **Переднее/Заднее** Высота кузова: **1484** мм

Количество АТС: **1**

Горящий материал: **ЛВЖ(Ю)**

Температура пламени: **1073** °C

Степень черноты: **0,85**

Параметры облучаемой поверхности

Облучаемый материал: **Стеклопластик**

Критический тепловой поток: **15,3** кВт/м²

Степень черноты: **0,9**

Допустимая температура: **673** °C

Расположение относительно изл. поверхности

по центру

перпендикулярно

вне центра зоны

Расстояние до излучающей поверхности: **3** м

Q_р: 4,308 кВт/м² < Q_{кр}: 15,3 кВт/м² - расстояние является БЕЗОПАСНЫМ

Расчитать **Выход**

Рис. 2 Исходные данные для определения расчетной плотности теплового потока через «Легковой автомобиль», «Автобус» и «Грузовик»

В данной вкладке необходимо ввести параметры излучающей и облучаемой поверхности. Для этого необходимо заполнение исходных данных для проведения расчетной

плотности теплового потока на выбранном расстоянии между излучающей и облучаемой поверхностями.

При выборе вида излучающей поверхности («Мотоцикл») отображается информация о вводе исходных для определения расчетной плотности теплового потока и получения вывода (рис. 3).

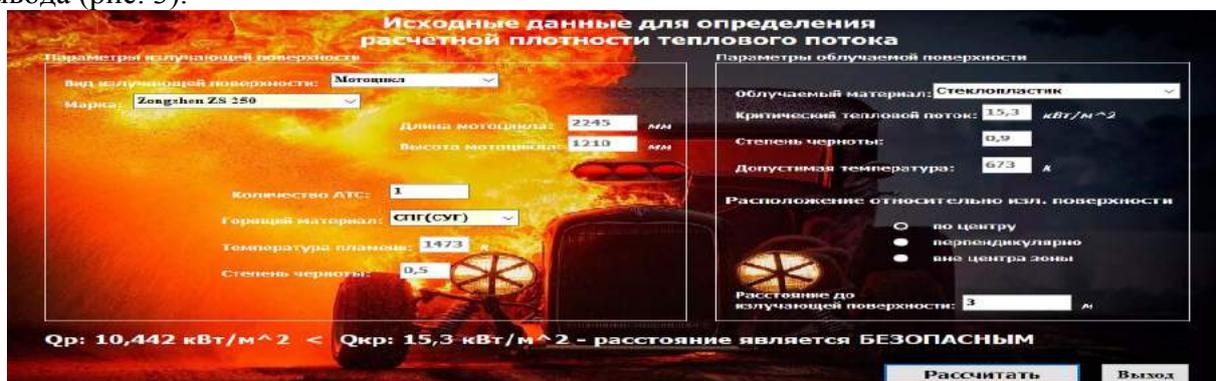


Рис. 3 Исходные данные для определения расчетной плотности теплового потока через «Мотоцикл»

В качестве базовых показателей при определении расчетной плотности теплового потока были приняты: температура пламени горящего материала, степень черноты факела пламени и облучаемой поверхности, критическое значение теплового потока на облучаемой поверхности и ее допустимая температура.

В случае если требуется вставка других показателей и (или) иные горящие и облучаемые материалы есть вкладка «Иное». В данной вкладке можно менять название, параметры и показатели излучающей и облучаемой поверхности. Также есть возможность в оперативном режиме изменять базовые расчетные параметры. После того как введены все параметры исходных данных данные (поля ввода нельзя оставлять пустыми - «Ошибка») необходимо нажать на кнопку «Расчитать». После нажатия на кнопку «Расчитать» в нижней левой части окна программы отобразится текст, в котором содержится информация о расчетном значении теплового потока и вывод.

Для оценки оперативности применения полученной расчетной оценки мероприятий (требований), направленной на ограничение распространения пожара в виде противопожарного расстояния, разработанной на основе использования компьютерной программы для ЭВМ «Оценка безопасного расстояния от границ открытых площадок автотранспортных средств», проведем ее сравнительный анализ с развернутой расчетной методикой, представленной в [5, 6 и 7].

В таблице 1 представлен сравнительный анализ по развернутой расчетной оценки и расчетной оценки с помощью компьютерной программы для ЭВМ для определения оперативности их применения.

Таблица 1 - Сравнительный анализ развернутой расчетной оценки и компьютерной программы для ЭВМ

Методика оценки	Горючее вещество	Количество формул, ед.	Количество расчетных показателей, ед.	Время, мин.
Развернутая	ЛВЖ, ГЖ, СПГ, СУГ	6	14	55
Компьютерная программа	ЛВЖ, ГЖ, СПГ, СУГ	6	14	0,5

Результаты сравнительного анализа предварительной оценки риска, связанного с угрозой влияния теплового потока, показали оперативную эффективность (в 110 раз) практического применения компьютерной программы для ЭВМ «Оценка безопасного расстояния от границ открытых площадок автотранспортных средств».

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 23 декабря 2009 г. № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
3. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
4. СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* (с Изменением № 1).
5. ГОСТ 12.1.004-91* «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 14.06.1991 № 875).
6. Кошмаров Ю.А., Башкирцев М.П. «Термодинамика и теплопередача в пожарном деле». – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1987 г.
7. Учебник М.Я. Ройтман «Противопожарное нормирование в строительстве». – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985 г.

АКТИВНАЯ МОЛНИЕЗАЩИТА И ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Гараев Ю.В., Палубец Н.С.

Осяев В.А., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Активная молниезащита позволяет уменьшить высоту молниеприемника за счет расширения зоны защиты. Однако отсутствие четкого научного и практического подтверждения ее большей эффективности по отношению к обычным стержневым молниепремникам требует дальнейших научных исследований.

Ключевые слова: молниезащита, активная молниезащита, пассивная молниезащита, ранняя эмиссия стримера, зона защиты активного молниеприемника, встречный лидер.

ACTIVE LIGHTNING PROTECTION AND ITS EFFECTIVENESS

Garaev Y.V., Palubets N.S.

Osyayev V.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor.

Abstract. Active lightning protection allows to reduce the height of the lightning rod by expanding the protection zone. However, the lack of clear scientific and practical confirmation of its greater efficiency in relation to conventional rod lightning receivers requires further scientific research.

Keywords: lightning protection, active lightning protection, passive lightning protection, early emission of a streamer, protection zone of an active lightning rod, counter leader.

Изучение молнии и ее характеристик, а также способов защиты от ударов молнии, начались довольно давно. Основателем этого научного направления и первой молниезащиты был Бенджамин Франклин. Конечно, его изобретение не было схоже с современными молниеотводами, но уже тогда было доказано, что атмосферное электричество возможно свести на землю.

Дальнейшее развитие науки в этом направлении привело к созданию активной молниезащиты на базе Early Streamer Emission (ESE), основанной на теории ранней

стримерной эмиссии (1930 г). Изучением ее эффективности занимались многие ученые мира. И зачастую эффективность активной молниезащиты подвергается критике. Например, профессором Э.М. Базелян из Энергетического института имени Г.М. Кржижановского, г. Москва [1], так и различных международных организаций International Conference on Lightning Protection (ICLP).

На данный момент применение систем активной молниезащиты регламентируется следующими нормативными документами: NF C 17-102 (Франция) [2], IMRA 2426 (Аргентина), MKS N.B4 810 (Македония), NP 4426 (Португалия), I-20 (Румыния), JUS N.B4.810 (Сербия), STN 34 1391 (Словакия), UNE 21186 (Испания), STR 2.01.06:2009 (Литва) (стандарт полностью переработан, теперь активная молниезащита позиционируется как крайняя мера, если невозможно сделать молниезащиту обычными средствами), ТГН 34.210-301-2008 (Территориальные градостроительные нормы Свердловской области), СТО 083-004-2010 (Стандарт НП СРО «Союз Стройиндустрии Свердловской области») [3].

Конструктивно активная молниезащита выполнена в виде штыря, оснащенного активным молниеприемником (рисунок 1). Встроенное электронное устройство на конце штыря помогает генерировать высоковольтные импульсы. Во время грозы импульсы распространяются, захватывают молнию и направляют ее в землю. Благодаря этому зона защиты активного молниеприемника значительно превосходит зону защиты традиционного (пассивного) молниеприемника аналогичной высоты. А это, в свою очередь, приводит к установке меньшего количества устройств, токоотводов и, как следствие, уменьшению затрат на монтаж устройств молниезащиты.

Однако подтверждение фактической эффективности активной молниезащиты до сих пор является трудной задачей. Разнообразные методики испытаний изложены как в технических документах [2, 3], так и в научных работах [1]. В качестве примера можно выделить испытания, проведенные по французскому стандарту [2]. Данная процедура испытаний состоит в оценке времени упреждения старта восходящего стримера с активного молниеприемника по сравнению с традиционным стержневым молниеприемником высоковольтной лаборатории. На первом этапе 50-ю разрядами (с интервалом в 2-е минуты между разрядами) испытывается традиционный стержневой молниеприемник, на втором – активный молниеприемник таким же количеством разрядов. Исследуемый молниеприемник размещается на земле в центре данной площадки. В эксперименте принимаются расстояния: высота $H = 6$ м, а молниеприемника $h = 1,5$ м (рисунок 2).

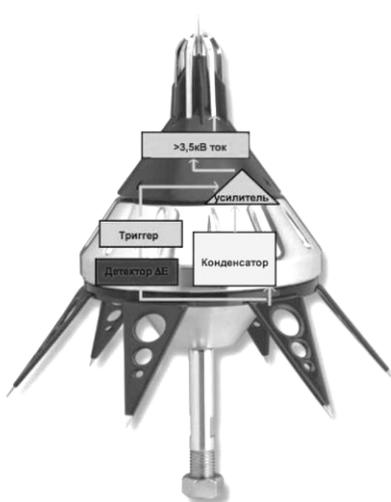


Рисунок 1. – Молниеприемник активной молниезащиты

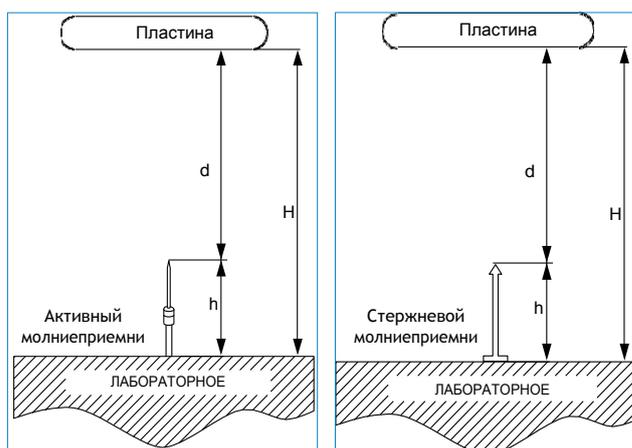


Рисунок 2 – Схемы установки активного и стержневого молниеприемников соответственно

Постоянное поле, вызванное распределением заряда в облаке, представлено отрицательным напряжением постоянного тока от -20 до -25 кВ/м (моделирование отрицательного поля напряжением от -20 до -25 кВ/м), примененного к подвешенной пластине. Импульсное поле, вызванное приближением нисходящего лидера молнии (рисунок 3), моделируется с помощью волны отрицательной полярности, примененной к пластине. Во время испытаний осуществляется регистрация моментов старта ветвей встречного разряда от верхних пиков молниеприемников (рисунок 4).



Рисунок 3 – Испытание активного молниепремника

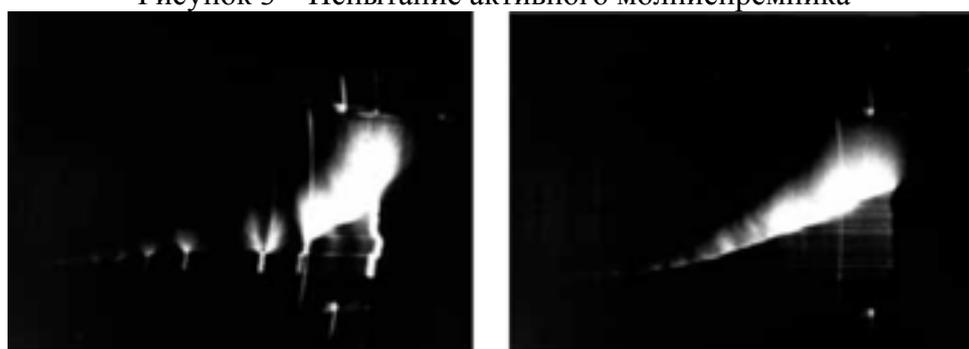


Рисунок 4 – Фотографии срабатывания стержневого и активного молниеприемников соответственно

Недочетом такого испытания является несоответствие масштаба модели и практического оригинала. В связи с этим утверждение об эффективности устройства может быть ошибочным. В отношении активного молниеприемника это наиболее актуально ведь при моделировании величина электродов и разрядного промежутка становится меньше и это при штатной накопительной емкости внутреннего импульсного источника, которая не меняется.

Так же можно отметить, что довольно часто на практике встречный лидер не возникает от старта стримерной вспышки. Чтобы это случилось, необходимо наличие определенного

вклада в ее стемель. Но если встречный лидер зародился, он может и не быть жизнеспособным. Он может перестать развиваться в слое объемного разряда короны. Молния перехвачена не будет. Это подтверждается и в лабораторных исследованиях, и в практических примерах.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что активная молниезащита на данный момент актуальна. Не смотря на присущие ей на данном этапе возможные недостатки. В последующем планируется ее существенная доработка как самого конструктива, так и методов испытаний. В дальнейшем, есть все предпосылки о ее потенциале в еще большем развитии и реализации, как в повседневной жизни обычных людей, так и промышленности.

Смысл активной молниезащиты в том, чтобы вызвать раннюю эмиссию стримера (искра от молниеприемника на встречу молнии) и привлечь молнию как можно раньше именно к активному молниеприемнику. В результате чего можно было бы считать, что зона защиты у «активного» молниеприемника больше, чем у обычного электрода. Но на данный момент информация, представленная в литературных источниках, показывает, что все имеющиеся теории «активной» молниезащиты не имеют ни научного, ни практического подтверждения большей эффективности по отношению к обычным стержневым молниеприемникам. Дальнейшие научные исследования будут направлены на поиск решений для подтверждения эффективности активной молниезащиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базелян, Э.М. Активны ли активные молниеотводы? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://zandz.com/ru/biblioteka/statya3/aktivny_li_aktivnyye_molniyeotvody/ – Дата доступа: 10.03.2021.
2. NF С 17-102 (Франция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://misa-led.com/file/French_standard_LPs_NFC102.pdf – Дата доступа: 13.03.2021.
3. СТО 083-004-2010 (Стандарт НП СРО «Союз Стройиндустрии Свердловской области») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200096668> – Дата доступа: 13.03.2021.

УДК 614. 8

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОКРЫТИЯ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Головченко Е.В.

Антошкин А.А., кандидат технических наук

Университет гражданской защиты Украины

Аннотация. В работе проанализирована возможность использования методов геометрического проектирования для решения задач проектирования систем обеспечения пожарной безопасности объектов и сформулированы основные позиции наполнения постановок задач.

Ключевые слова: задача покрытия, проектирование систем противопожарной защиты.

THE POSSIBILITY OF USING A MATHEMATICAL APPARATUS FOR SOLVING COATING PROBLEMS IN THE FIRE SAFETY

Golovchenko E.V.

Antoshkin O.A., PhD in Technical Sciences

Abstract. The paper analyzes the possibility of using geometric design methods to solve the problems of designing systems for ensuring fire safety of objects and formulates the main positions of filling the problem statements.

Keywords: problem of covering, design of fire protection systems.

Задачи покрытия, как класс задач геометрического проектирования, подробно рассмотрен в работе [1]. Однако, несмотря на очевидную фундаментальность исследований, результаты которых приведены в этой работе, задачи покрытия и методы их решения могут быть успешно использованы для решения прикладных задач в области обеспечения пожарной безопасности различных объектов. В качестве примеров можно привести задачи проектирования систем мониторинга противопожарного состояния лесных массивов [2, 3], рационального размещения аварийно-спасательных подразделений на объектах железнодорожного транспорта [4], проектирования систем автоматической противопожарной защиты [5, 6] с оптимизацией их состава [7, 8].

Анализ постановок задач в области пожарной безопасности, для решения которых использовались методы геометрического проектирования, позволил сформулировать основные пункты, при наличии которых, рассматриваемый подход будет целесообразен и эффективен.

Итак, постановка задачи должна содержать:

- описание области, подлежащей контролю;
- описание областей, контролируемых приборами или являющиеся зонами, в которых реализуется наблюдение в результате проведения определенных организационно-технических мероприятий;
- перечень дополнительных ограничений технического, технологического, нормативного характера, накладываемых на размещение описанных выше геометрических объектов.

В общем случае область, подлежащая контролю, может иметь произвольную геометрическую форму, быть связной или несвязной, односвязной или многосвязной [1]. В задачах покрытия такие области называются областями покрытия. Многосвязность областей покрытия может быть вызвана, например, наличием областей запрета на размещение объектов в некоторых частях этих областей.

Области, контролируемые приборами, в задачах покрытия называются покрывающими объектами. В рамках одной задачи покрывающие объекты могут иметь как одинаковые метрические характеристики, так и отличающиеся. Например, радиус действия пункта видеонаблюдения за противопожарным состоянием лесного массива, даже при одинаковых технических характеристиках приборов, используемых в одной системе контроля, может отличаться из-за особенностей рельефа местности, высоты установки оборудования над уровнем земли и т.д.

Дополнительные ограничения в задачах проектирования систем противопожарной защиты могут быть самыми разнообразными. К ограничениям нормативного характера можно отнести, например, требование о соблюдении максимальных и/или минимальных расстояний между приборами, запрете на размещение приборов в определенных частях области покрытия, предельное время следования. Технические ограничения, как правило, обусловлены наличием тех или иных технических характеристик используемого оборудования (максимальное количество датчиков, ограниченный угол обзора). Технологические ограничения накладываются вследствие невозможности выполнения того или иного вида работ на этапах монтажа, технического обслуживания систем.

Таким образом, в случае формулирования задачи проектирования системы противопожарной защиты с учетом приведенных выше рекомендаций по наполнению постановки задачи, то их можно рассматривать как задачи покрытия и для их решения можно использовать методы геометрического проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. Киев.: Наук. думка, 1986. – 268 с.
2. Кочкарь Д.А. Оптимальное размещение вышек наблюдения наземных систем видеомониторинга лесных пожаров / Д.А. Кочкарь, С.Ю. Мединцев, А.А. Орехов // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – Харків.2010. – №7(48). – С.311-314.

3. Бабий С.М. Алгоритм покрытия площади лесного массива кругами видеонаблюдения и контроля / С.М. Бабий, Д.А.Кочкар, В.В.Чмовж // Радиоелектронні і комп'ютерні системи.-Харків.2010. – №7(48). – С.272-277.
4. Комяк В.М. Постановка задачі раціонального розміщення оперативних підрозділів для захисту рухомого складу та об'єктів залізничного транспорту / В.М. Комяк, О.М. Соболев, В.О. Собина // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. Вип. 9. Харків: УЦЗУ, 2009. – С. 56-62.
5. Христич В.В. Системи пожежної та охоронної сигналізації / В.В. Христич, О.А. Дерев'яно, С.М. Бондаренко, О.А. Антошкін. – Харків: Академія пожежної безпеки України, 2001. – 87 с.
6. Антошкін А.А. К вопросу о размещении дренчерных оросителей в установках автоматического пожаротушения при создании водяных завес// Проблемы пожарной безопасности. Харьков: УГЗУ, 2008. № 24. С. 3-5.
7. Антошкін А.А., Комяк В.М., Романова Т.Е. Особенности построения математической модели задачи покрытия в системах автоматической противопожарной защиты // Радиоэлектроника и информатика. Харьков : ХНУРЭ. 2001. № 1. С. 75–78.
8. Антошкін А.А. Использование методов геометрического проектирования для формализации дополнительных ограничений при решении задачи размещения точечных пожарных извещателей // Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций: материалы VII междунар. науч.-практ. конф., 13–14 октября 2016 г. Кокшетау: КТИ КЧС МВД РК, 2016. С. 8–10.

УДК 614.835

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА ДЛЯ РАСЧЕТА ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ

Грицюк Р.И.

Ференц Н.А., кандидат технических наук, доцент

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

Аннотация. Исследованные опасные факторы пожара для расчета продолжительности эвакуации с производственного цеха бумажной фабрики.

Ключевые слова. Эвакуация, опасные факторы пожара, бумажная фабрика.

INVESTIGATION OF FIRE HAZARDS TO CALCULATE EVACUATION TIME

Grutsyk R.I.

Ferents N.O., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Lviv State University of Life Safety

Abstract. Fire hazards were studied to calculate the duration of the evacuation from the production plant of the paper mill.

Keywords: Evacuation, fire hazards, paper mill.

Техногенные чрезвычайные ситуации представляют опасность для человека, общества, окружающей среды, а также для развития экономики государства. Предотвращение чрезвычайным ситуациям, ликвидация их последствий, максимальное снижение масштабов потерь – актуальная задача органов ГСЧС.

Нередки, к сожалению, случаи возникновения чрезвычайных ситуаций на предприятиях по производству бумаги. Анализ данных о пожарах на таких предприятиях свидетельствует, что основными их причинами пожаров являются: несовершенство и неисправность технологического оборудования, нарушение правил его эксплуатации, проведение огневых работ с нарушением правил пожарной безопасности, работа электроустановок с нарушением правил их эксплуатации, нарушение общего противопожарного режима.

Цель работы – исследование опасных факторов пожара для расчета продолжительности эвакуации с производственного цеха бумажной фабрики.

В работе использовали методику расчета времени эвакуации в соответствии с стандартом [1]. Для описания термогазодинамических параметров пожара в цеху переработки бумаги предприятия и определения опасных факторов пожара использовали полевую модель. Опасные факторы пожара и время эвакуации рассчитывались с использованием программной среды Fire Dynamics Simulator (FDS) [2].

Согласно стандарту [3], опасным фактором пожара является проявление пожара, которое приводит или может привести к ожогам, отравлению летучими продуктами сгорания или пиролиза, травмированию или гибели людей и причинению материальных, социальных, экологических убытков.

К опасным факторам пожара, согласно стандарту [1], относят: пламя и искры, повышенную температура окружающей среды, токсичные продукты горения и термического разложения, дым, пониженную концентрация кислорода.

Исследование опасных факторов пожара необходимо для расчета продолжительности блокировки путей эвакуации.

Сценарий развития пожара, при котором ожидаются самые худшие последствия для людей, которые находятся в цехе переработки бумаги, состоит из следующих этапов:

- выбор места пребывания первичного очага пожара и закономерностей его развития;
- выбор расчетной области (выбор помещений, определение элементов внутренней структуры помещений, выбор состояния проемов);
- задание параметров окружающей среды и первоначальных значений параметров внутри помещений.

Выбор местонахождение очага пожара проводили экспертным путем. При этом учитывалось количество горючей нагрузки, ее свойства и расположение, вероятность возникновения пожара, возможна динамика ее развития, расположение эвакуационных путей и выходов [4].

В работе разработана математическая модель, которая соответствует этому сценарию, проведено моделирование динамики развития пожара. Рассчитана продолжительность достижения предельно допустимых значений опасных факторов пожара на путях эвакуации. Критическое время каждого из опасных факторов пожара определяли как продолжительность достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола.

Установлено, что блокировка эвакуационных выходов из-за потери видимости, повышенной температуры, повышенной концентрации СО, повышенной концентрации СО₂, низкой концентрации О₂ при пожаре в цехе переработки бумаги через 190 секунд не происходит. Согласно расчетам, время блокировки путей эвакуации опасным фактором пожара – потерей видимости – из цеха переработки бумаги составляет 331 с.

Построены расчетные схемы эвакуации людей из отметок +7.200, +4.200, +1.200 и +0.000 к выходам наружу здания предприятия. Рассчитано, что с учетом максимального времени начала эвакуации максимальное время эвакуации из всех помещений составит 190 с.

Проведено сравнение времени блокировки путей эвакуации опасным фактором пожара с временем эвакуации из цеха переработки бумаги предприятия. Поскольку время эвакуации

(190 с) меньше время блокирования путей эвакуации опасным фактором пожара (331 с), то безопасная эвакуация обеспечена.

Таким образом, исследование опасных факторов пожара с целью расчета времени эвакуации из производственного цеха бумажной фабрики создаст условий для безопасности работников, успешной эвакуации их в условиях пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ 8828:2019. «Пожежна безпека. Загальні положення».
2. Програма FDS (Fire Dynamics Simulator) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://fds.sitis.ru/docs/FDS_5_User_Guide.pdf.
3. ДСТУ 2272:2006. «Пожежна безпека. Терміни і визначення».
4. Предтеченский В.М., Милинский А.И. Проектирование зданий с учетом организации движения людских потоков. – М. : Стройиздат, 1984. – 375 с.

УДК 614.847.79

ВЫБОР ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТЕМПЕРАТУРУ ВОЗДУХА ВО ВНУТРЕННЕМ ПРОСТРАНСТВЕ СПАСАТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Гутовский А.В.

Латышенко К.П., доктор технических наук, профессор

ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»

Аннотация. На основе метода априорного ранжирования факторов для экспериментальных исследований выбраны управляемые переменные участвующие в теплообменных процессах, которые позволяют минимизировать температуру воздуха во внутреннем пространстве спасательного устройства.

Ключевые слова: теплопередача, априорное ранжирование, спасательное устройство, параметры, факторы.

SELECTION OF FACTORS THAT AFFECT THE AIR TEMPERATURE IN THE INTERNAL SPACE OF THE RESCUE DEVICE

Gutovskiy A.V.

Latishenko K.P., Grand PhD in Technical Sciences, Professor

Abstract. Based on the method of a priori ranking of factors, controlled variables involved in heat exchange processes were selected for experimental studies, which allow minimizing the air temperature in the internal space of the rescue device.

Keywords: heat transfer, a priori ranking, rescue device, parameters, factors.

На территории Российской Федерации ежегодно регистрируется от 15 до 40 тысяч лесных пожаров, охватывающих площади до 2,5 млн. га. При этом по данным информационной системы дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства (форма 4 – ИСДМ на 31 декабря каждого года), ежегодно площадь, пройденная лесными пожарами, увеличивается на 425000 га в год. Потепление последних 10 лет увеличило пожароопасный период в среднем на 3 недели по сравнению со среднемноголетними значениями [3].

По сравнению с предшествующими годами, сложившиеся условия диктуют привлечение большего количества сил и средств на борьбу с огнем. Однако, как показывает практика [2], как в нашей стране, так и за рубежом происходят случаи гибели людей, окруженных верховым пожаром. Это связано с тем, что современные средства защиты от тепловых воздействий пожара не обладают достаточными защитными параметрами.

С целью повышения безопасности личного состава пожарных подразделений, выполняющих работы в непосредственной близости к горящей кромке, в Академии гражданской защиты МЧС России разрабатывается спасательное устройство в виде термостойкой быстровозводимой палатки.

В связи с тем, что одним из основных критериев обеспечения безопасности человека является температура воздуха во внутреннем пространстве спасательного устройства, возникла необходимость выбора факторов, за счет которых можно минимизировать температуру. Однако среди исследуемых параметров могут оказаться переменные, которые незначительно влияют на процесс теплопередачи. При этом всегда существует определенный риск, что один или несколько факторов, сильно влияющих на процесс теплопередачи, могут быть не учтены, что приведет к существенному возрастанию ошибки в исследованиях или к полной потере практической ценности полученных результатов. Для того чтобы этого не допустить, применен метод априорного ранжирования факторов [1]. Он основывается на использовании априорной информации, для выделения существенных факторов еще до проведения экспериментальных исследований. Чтобы не оставить неучтенными какие-то факторы, на начальной стадии планирования эксперимента включаются все факторы, зачастую значимость которых изначально не известна.

При разработке конструкции спасательного устройства возникла необходимость выбора наиболее значимых параметров для экспериментальных исследований их влияния на температуру.

На этапе сбора и анализа априорной информации проведен экспертный опрос специалистов с целью оценки значимости следующих факторов: форма Φ , площадь поверхности F , вид материала N и его толщина δ .

Результаты ранжирования факторов сведены в матрицу рангов (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица рангов

Эксперты	Факторы			
	1 (толщина материала δ)	2 (вид материала n)	3 (площадь поверхности f)	4 (форма ϕ)
1	1	3	2	4
2	2	1	4	3
3	1	2	3	4
4	3	1	2	4
5	1	2	3	4
S_i	8	9	14	19

На основе данных, полученных в результате экспертного опроса, для каждого фактора рассчитаны суммы рангов S_i

$$S_i = \sum_{j=1}^m a_{ij}, \quad (1)$$

где m – число специалистов, производивших ранжирование факторов;

a_{ij} – ранг i -го фактора j -го специалиста.

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

При этом средняя сумма рангов \bar{S} составила

$$\bar{S} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i = 10, \quad (2)$$

где k – число факторов.

Затем определена сумма квадратов отклонений SS сумм рангов от средней суммы рангов

$$SS = \sum_{i=1}^k (S_i - \bar{S})^2 = (-2)^2 + (-1)^2 + 4^2 + 9^2 = 102. \quad (3)$$

В виду того, что в матрице (таблица 1) отсутствуют связанные ранги, коэффициент конкордации W рассчитан по формуле

$$W = \frac{12 SS}{m^2 (k^3 - k)} = \frac{12 \cdot 102}{5^2 (4^3 - 4)} = 0,816. \quad (4)$$

Табличное значение уровня значимости Q_w коэффициента конкордации W при $k = 4$, $m = 5$ и $SS = 102$ составило 0,001, что свидетельствует о значимости коэффициента конкордации и согласованности мнений экспертов относительно ранжирования факторов.

Средняя априорная диаграмма рангов представлена на рисунке 1.

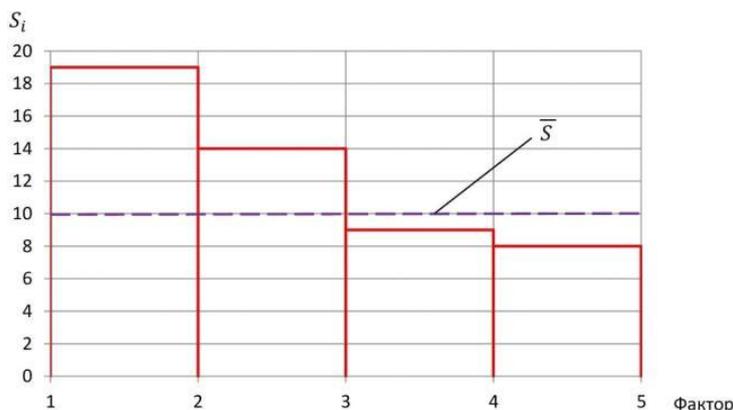


Рисунок 1 – Диаграмма рангов

Выполнена проверка гипотезы о равномерном распределении сумм рангов факторов S_i с помощью χ^2 -критерия.

Величина η , используемая при проверке гипотезы, равна

$$\eta = \sum_{i=1}^k \frac{(S_i - \bar{S})^2}{\bar{S}} = \frac{SS}{\bar{S}} = \frac{102}{10} = 10,2. \quad (5)$$

Табличные значения χ^2 доверительного интервала

$$\left[\chi_{\frac{\alpha}{2}}^2 (k-1); \chi_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 (k-1) \right] \quad (6)$$

при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $f = 4 - 1 = 3$ составляют

$$\chi_{0,025}^2 = 0,21 \text{ и } \chi_{0,975}^2 = 9,98.$$

Как следует из полученных данных, величина $\eta = 10,2$ не попадает в доверительный интервал $[0,21; 9,98]$, что свидетельствует о неравномерном распределении сумм рангов факторов. Поскольку убывание сумм рангов на диаграмме (рисунок 1) сравнительно медленное, то рекомендуется все четыре фактора включить в экспериментальные исследования, т.е. влияние на процесс теплопередачи следующих факторов: формы Φ , площади поверхности F , вида материала N и его толщины δ целесообразно изучить в экспериментальных исследованиях по выбору конструктивных параметров спасательного устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазков Е.Ю., Прохоров А.В. Принятие решения в условиях недостатка информации: лабораторные работы / Ю.Е. Глазков, А.В. Прохоров. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2010. – 16 с.
2. Гутовский А.В. К вопросу повышения безопасности пожарных подразделений при ликвидации лесных пожаров / А.В. Гутовский // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – Химки: АГЗ МЧС России, 2018. – № 4. – С. 33 – 39.
3. Нарышкин А.Г. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций, связанных с лесными пожарами в России // Опыт ликвидации крупномасштабных чрезвычайных ситуаций в России и за рубежом: матер. XIX Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2014. – С 41 – 45.

УДК 51:[691.6:699.81]

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИМПЛЕКС-РЕШЕТЧАТЫХ ПЛАНОВ ШЕФФЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВОВ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ СТЕКОЛ С ЗАДАННЫМ КОМПЛЕКСОМ СВОЙСТВ

Давыдик М.А.

Бирюк В.А., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, г. Минск

Аннотация. Описана сущность метода симплекс-решетчатого проектирования Шеффе для построения регрессионной зависимости свойств от содержания компонентов. На примере серии составов силикатных стекол, построена диаграмма «состав-свойство» позволяющая установить оптимальные области составов с целью получения противопожарных стекол.

Ключевые слова: противопожарные стекла, шихтовые составы, микротвердость, температурный коэффициент линейного расширения, термостойкость, симплекс-решетчатый план, оптимизация.

USE OF SCHEFFE'S SIMPLEX LATTICE PLANS FOR DESIGNING FIRE-FIGHTING GLASS COMPOSITIONS WITH SPECIFIED PROPERTIES

Davydzik M.A.

Biruk V.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The essence of the Scheffe simplex-lattice design method for constructing a regression dependence of properties on the content of components is described. On the example of a series of compositions of silicate glasses, a composition-property diagram has been built, which allows to establish the optimal areas of compositions in order to obtain fire-prevention glasses.

Keywords: fire-prevention glasses, charge compositions, microhardness, temperature coefficient of linear expansion, heat resistance, simplex-lattice plan, optimization.

Темпы роста гражданского строительства неуклонно растут, при этом все чаще фасады зданий, главным образом повышенной этажности выполняются из светопрозрачных конструкций. Стекло, обладая низкой устойчивостью к воздействию высоких температур пожара, разрушаясь, дает возможность выходу пожара на фасад, что, в свою очередь, может повлечь распространение пожара на вышележащие этажи. Для решения этой проблемы применяют несколько способов: использование для ограждающих фасадных конструкция закаленных и армированных стекол, применение многослойных конструкций и наконец применение остекления, выполненного из специальных огнестойких стекол.

Исследования в данной работе посвящены проблеме разработки составов огнестойких стекол, которая на сегодняшний день решается с переменным успехом. Основные сложности обусловлены необходимостью проведения большого объема экспериментальных исследований с использованием дорогостоящих (дефицитных) сырьевых компонентов.

Важным этапом работы является оптимизация области опытных составов стекол с целью обеспечения требуемого комплекса физико-химических свойств. Кроме этого использование методов математического планирования эксперимента позволит уменьшить объем экспериментальных работ при сохранении высокой достоверности и надежности результатов.

С целью оптимизации составов опытных стекол в данной работе был применен метод математического планирования эксперимента на диаграммах «состав-свойство» по симплекс-решетчатым планам Шеффе с построением полиномиальной модели третьего порядка (10 точек) [1].

Суть метода состоит в построении регрессионной зависимости свойств смеси от содержания компонентов. На начальном этапе необходимо выбирать параметры и факторы оптимизации, задаться первоначальной структурой зависимости. Для случая трех факторов исходный полином имеет вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2$$

Далее составляется план эксперимента, при этом экспериментальные точки симплекс-решетчатого плана Шеффе представляют собой $\{q, p\}$ решетку на симплексе, где q – число компонентов смеси, p – степень полинома. По каждому компоненту имеется $(p + 1)$ одинаково расположенных уровней $x_j = \frac{1}{p}, \frac{2}{p}, \dots, 1$ и используются все возможные комбинации с такими значениями концентраций компонентов.

Использование данного метода математического планирования позволяет с помощью небольшого числа опытов и несложных формул установить зависимость свойств стекол от их химического состава [2]. При этом экспериментальные точки представляют собой $\{3,3\}$ решетку на трехмерном симплексе. Записав координаты точек симплексной решетки, получили матрицу планирования (таблица 1) для построения полинома третьей степени в трехкомпонентной системе. Основными технологическими параметрами (функциями отклика) огнестойких стекол были определены термический коэффициент линейного расширения (F1), микротвердость (F2) и термостойкость (F3). Состав варьiruемой части определяют три компонента, мол. %: x – оксид кремния, y – оксид бора, z – оксид алюминия.

Исследуемая область системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ включает, мол. %: Al_2O_3 2-5; B_2O_3 5-12,5; SiO_2 70-85 – при постоянном содержании компонентов Na_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 . Следовательно, можем провести планирование эксперимента в частном сечении системы и оценить влияние компонентов Al_2O_3 , B_2O_3 , SiO_2 на свойства стекол. Область исследования представлена в виде равностороннего концентрационного треугольника. Положение экспериментальных точек составов опытных стекол представлено на рисунке 1.

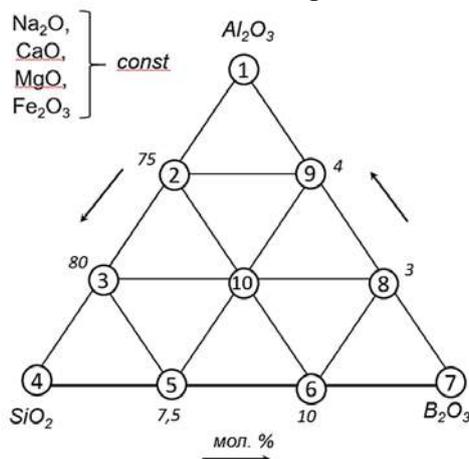


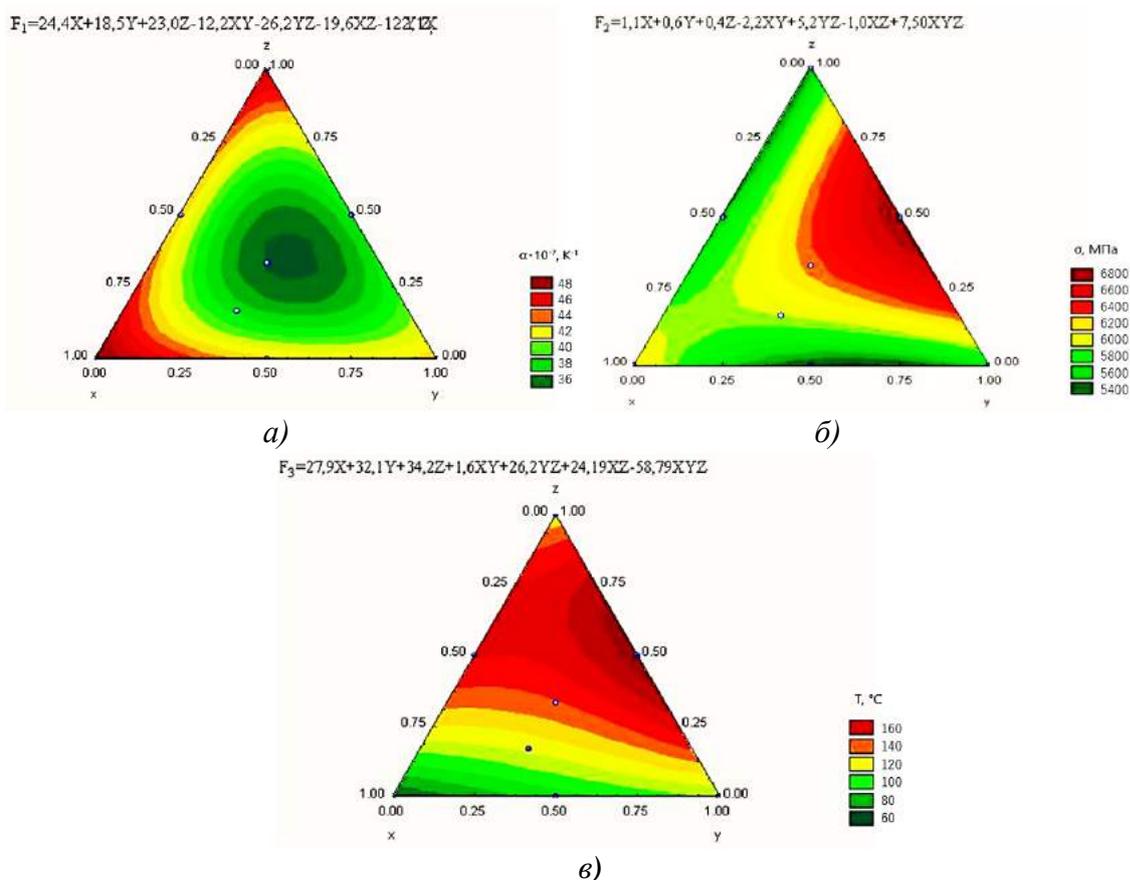
Рисунок 1 - Химические составы опытных стекол

Матрица планирования эксперимента по плану Шеффе третьего порядка {3,3} приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента по плану третьего порядка {3,3}

Номер состава	x	y	z	Функции отклика		
				ТКЛР, $\cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ (F1)	микротвердость, МПа (F2)	термостойкость, $^{\circ}\text{C}$ (F3)
1	0	0	1	38,4	6098	100
2	1/3	0	2/3	48,6	5745	88
3	2/3	0	1/3	49,3	5826	97
4	1	0	0	51,3	5720	85
5	2/3	1/3	0	48,6	5800	90
6	1/3	2/3	0	37,4	6250	130
7	0	1	0	35,2	6525	165
8	0	2/3	1/3	40,0	6312	135
9	0	1/3	2/3	42,3	6301	124
10	1/3	1/3	1/3	41,4	6115	110

Для определения области оптимальных составов керамической массы нами использовался автоматизированный метод математического планирования эксперимента, с использованием программы STATISTICA, в которой реализуется графически ориентированный подход к анализу экспериментальных данных [3]. Диаграммы характера изменения свойств от состава стекол представлены на рисунке 2 (а, б, в).



а) ТКЛР; б) микротвердость; в) термостойкость
Рисунок 2 – Диаграммы «состав-свойства» опытных стекол

Таким образом, используя современные программные пакеты, на основании предварительно составленного алгоритма и изменения уровня варьирования, удалось

значительно упростить процедуру нахождения диапазона областей составов, обеспечивающих наилучшие термомеханические свойства стекол по полученным уравнениям регрессии.

Метод симплекс-решетчатого планирования эксперимента позволяет с достаточно высокой точностью и методической обоснованностью в ограниченный промежуток времени при минимальном объеме экспериментальных работ (10 составов опытных стекол) выделить области оптимальных шихтовых составов для получения огнестойких стекол.

Реализованные инструменты являются универсальными и могут применяться для проектирования множества составов не только стекол, но и керамики, бетонов, цементных сырьевых смесей, огнезащитных покрытий и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зедгенидзе, И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. – М.: Наука, 1976. – 390 с.
2. Ахназарова, С.Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии: Учеб. Пособие / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1978. – 319 с., ил.
3. Боровиков, В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе Statistica [Текст]: учебное пособие для вузов / В.П. Боровиков. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 288 с.

УДК 614.842

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ РАЗВЕРТЫВАНИЯ СИЛ И СРЕДСТВ ПРИ ПОДАЧИ ОГNETУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ К ОЧАГУ ПОЖАРА НА ЭТАЖИ ЗДАНИЯ ЗВЕНОМ ГДЗС

Джакубалиев Р.Р.

Чистяков И.М.

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Рассмотрены основные характеристики процесса подачи огнетушащих веществ звеньями ГДЗС на этажи здания при пожаре, влияющие на организацию работы газодымозащитной службы пожарно-спасательного гарнизона пожарной охраны. Предложен подход к прогнозированию параметров работы звеньев ГДЗС с целью оптимизации и совершенствования ее деятельности.

Ключевые слова: газодымозащитная служба, способы подачи огнетушащих веществ, динамика развития, время развертывания.

DETERMINATION OF THE MOST EFFECTIVE METHODS OF DEPLOYING FORCES AND MEANS WHEN SUPPLYING FIRE EXTINGUISHING SUBSTANCES TO A FIRE SITUATION ON THE FLOORS OF A BUILDING BY THE SMOKE PROTECTION SERVICE LINK

Dzhakubaliev R.R.

Chistyakov I.M.

Abstract. The main characteristics of the process of supplying fire extinguishing substances by the GDZS units to the floors of the building in case of fire, which affect the organization of the work of the gas and smoke protection service of the fire and rescue garrison of the fire brigade, are considered. An approach to predicting the operation parameters of the GDZS units with the aim of optimizing and improving its activities is proposed.

Keywords: gas and smoke protection service, methods of supplying fire extinguishing agents, dynamics of development, deployment time.

Тушение пожаров представляет собой действия, направленные на спасение людей, имущества и ликвидацию пожаров. Проведение аварийно-спасательных работ, осуществляемых пожарной охраной, представляет собой действия по спасению людей, имущества и (или) доведению до минимально возможного уровня воздействия взрывоопасных предметов, опасных факторов, характерных для аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций [2].

Анализ пожаров, а также натурные опыты по изучению скорости и характера задымления зданий без включения систем противодымной защиты показывают, что скорость движения дыма в лестничной клетке составляет 7-8 м·мин⁻¹. При возникновении пожара на одном из нижних этажей уже через 5-6 мин задымление распространяется по всей высоте лестничной клетки, и уровень задымления таков, что находиться в лестничной клетке без средств защиты органов дыхания невозможно. Одновременно происходит задымление помещений верхних этажей, особенно расположенных с подветренной стороны. Ухудшение видимости, паника, токсичное воздействие продуктов горения могут привести к гибели людей. Нагретые продукты горения, поступая в лестничную клетку, повышают температуру воздуха. Установлено, что уже на 5-й минуте от начала пожара температура в лестничной клетке, примыкающей к месту пожара, достигает 120-140 °С, что значительно превышает допустимую для человека. По высоте лестничной клетки в пределах двух-трех этажей от уровня пожара создается своего рода тепловая подушка с температурой 100-150 °С, преодолеть которую без средств защиты невозможно [2]. Жилые здания имеют разнообразную по химическим свойствам и агрегатному состоянию пожарную нагрузку: мебель из древесины и пластика, полы из линолеума и паркета, различную обивку диванов и кресел (кожа, искусственный кожезаменитель, ткани), отделку стен из синтетических материалов и плотной бумаги, ковры из шерсти и синтетические ковровины, бытовая техника, пластиковые оконные рамы, двери. Величина пожарной нагрузки в жилых и административных зданиях в среднем составляет 50-80 кг/м.кв. Поэтому тушение пожаров в современных условиях требует применения наиболее эффективных огнетушащих веществ и способов их подачи [3].

Вопросы эффективности различных огнетушащих веществ в настоящее время достаточно хорошо изучены и с развитием науки и техники ежегодно совершенствуются их химические составы. Вопросу оптимальных способов подачи огнетушащих веществ уделяется значительно меньшее внимание. На сегодняшний день временные параметры на законодательном уровне уставлены только к времени прибытия первого пожарного подразделения, которые составляют 10 минут в пределах городской черты и 20 минут в сельской местности [1]. Требований по времени к подачи огнетушащих веществ к очагу пожара нет. Это объясняется тем, что определить эти временные показатели просто невозможно, так как каждый пожар индивидуален. Однако можно выделить на каждом пожаре ряд признаков, по которым можно разработать рекомендации по способам подачи огнетушащих веществ. К таким признакам можно отнести вид горючего материала, высоту, на которую нужно подать огнетушащее вещество, имеющий людской ресурс для выполнения поставленных задач, технические возможности водоподающих средств, имеющиеся огнетушащее вещество и др. В связи с чем, вопросы совершенствования и оптимизации способов подачи огнетушащих веществ в настоящее время являются весьма актуальными.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы был выполнен ряд экспериментов, направленных на определение времени подачи огнетушащих веществ на этажи здания звеном ГДЗС различными способами. Лицам, участвующим в эксперименте, необходимо было выполнить развертывание сил и средств от АЦ-3,2-40/4 (43253) на 4-й этаж здания учебной башни расположенной на территории 2 ПСЧ 1 ПСО ФПС ГПС МЧС России по Астраханской области.

Автоцистерна находилась в 10 метрах от входа в учебную башню. Личный состав в количестве 3 газодымозащитников находился в салоне. Звено ГДЗС имело необходимый минимум оснащения [3]:

- спасательное устройство, входящее в комплект СИЗОД (одно на каждого газодымозащитника);
- средства связи (радиостанция);
- приборы освещения: групповой фонарь - один на звено ГДЗС и индивидуальный фонарь - на каждого газодымозащитника;
- лом легкий;
- пожарная спасательная веревка.

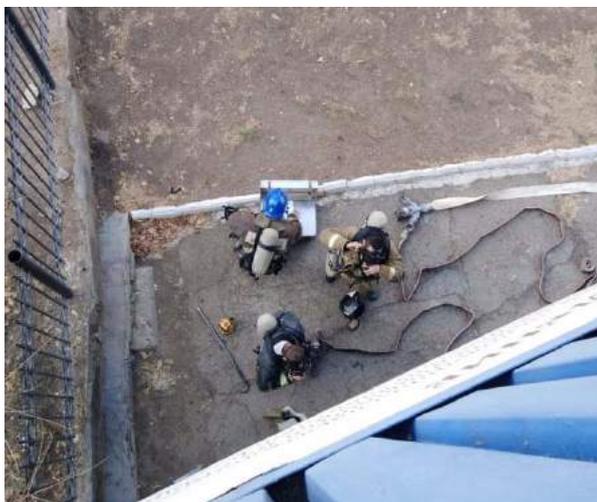


Рисунок 1. Вид с учебной башни

По команде, они прокладывали магистральную линию на 1 рукав диаметром 66 мм ко входу в башню, подсоединяли трехходовое разветвление, затем организовывали звено ГДЗС, проводили рабочую проверку, в это время постовой поста безопасности заполнял журнал учета времени пребывания звеньев ГДЗС в непригодной для дыхания среде, после чего от трехходового разветвления прокладывалась рабочая рукавная линия с диаметром рукава 51 мм.

В первом случае газодымозащитники прокладывали рабочую рукавную линию по лестничному маршу вертикальным способом с применением рукавных задержек из расчета один на каждый рукав.



Рисунок 2. Формирование звена ГДЗС

Во втором случае рабочая рукавная линия прокладывалась ползучим способом по маршевой лестнице.



Рисунок 3. Прокладка рабочей рукавной линии на 4 этаж учебной башни ползучим способом

В третьем случае проводилось развертывание и подача ствола высокого давления от катушки АЦ. Рабочая проверка СИЗОД и выставление постовой на посту безопасности с оформлением журнала проводилось так же как в первом и втором случаях. Рабочая линия прокладывалась вертикальным способом.

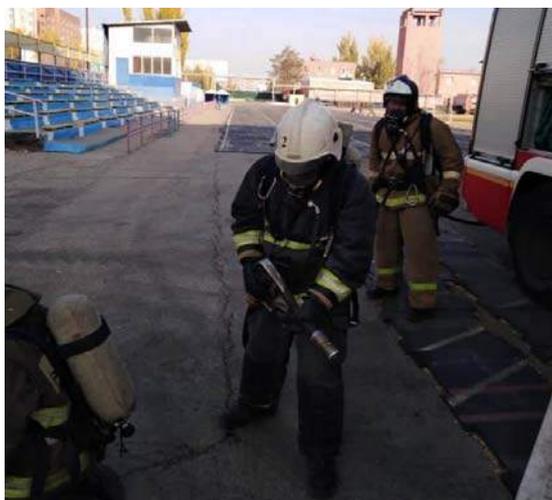


Рисунок 4. Работа с стволом высокого давления

В четвертом случае развертывание магистральных и рабочих линий не проводилось, использовался огнетушитель. Организовывалось звено ГДЗС, был выставлен постовой на пост безопасности.



Рисунок 5. Работа звена ГДЗС с огнетушителем

Эксперименты проводились тремя рабочими группами по три раза каждый в различных условиях. Полученные средние временные показатели представлены в таблицах.

Таблица 1. Временные параметры развертывания сил и средств при естественном освещении

Вход	1,24	1,05	0,4	0,5
1 эт	1,29	1,09	0,54	0,54
2 эт	1,35	1,29	1,08	0,58
3 эт	1,44	1,51	1,2	1,03
4 эт	1,54	2,12	1,31	1,08

Таблица 2. Временные параметры развертывания сил и средств при отсутствии естественного освещения

Вход	1,3	1,1	0,44	0,54
1 эт	1,39	1,14	0,59	0,56
2 эт	1,47	1,37	1,13	1,01
3 эт	1,55	2,01	1,25	1,08
4 эт	2,03	2,25	1,34	1,13

Таблица 3. Временные параметры развертывания сил и средств в условиях ограниченной видимости

Вход	1,25	1,08	0,42	0,52
1 эт	1,35	1,17	0,59	0,58
2 эт	1,5	1,43	1,15	1,04
3 эт	2,05	2,08	1,27	1,11
4 эт	2,24	2,33	1,39	1,17

На основании моделирования развития опасных факторов пожара рассчитывается время достижения каждым из опасных факторов пожара предельно допустимого значения на путях эвакуации. Критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола.

Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют[4]:

- по повышенной температуре - 70 °С;
- по тепловому потоку - 1400 Вт/м²;
- по потере видимости - 20 м;
- по пониженному содержанию кислорода - 0,226 кг/м³;
- по каждому из токсичных газообразных продуктов горения.

Необходимо отметить, что при использовании полевой модели определение критического времени имеет существенные особенности, связанные с тем, что критическое значение в различных точках помещения достигается не одновременно.[4] За расчетный вариант возникновения и развития пожара принимается возгорание типовой горючей нагрузки, находящейся в одной из комнат квартиры. Использовались такие параметры материалов, как удельная скорость выгорания, скорость распространения пламени по поверхности, дымообразующая способность материала, коэффициент полноты горения, выход токсичных газов при горении одного килограмма материала.

При моделировании были введены упрощения, так как существует много параметров, оказывающих влияние на мощность пожара.

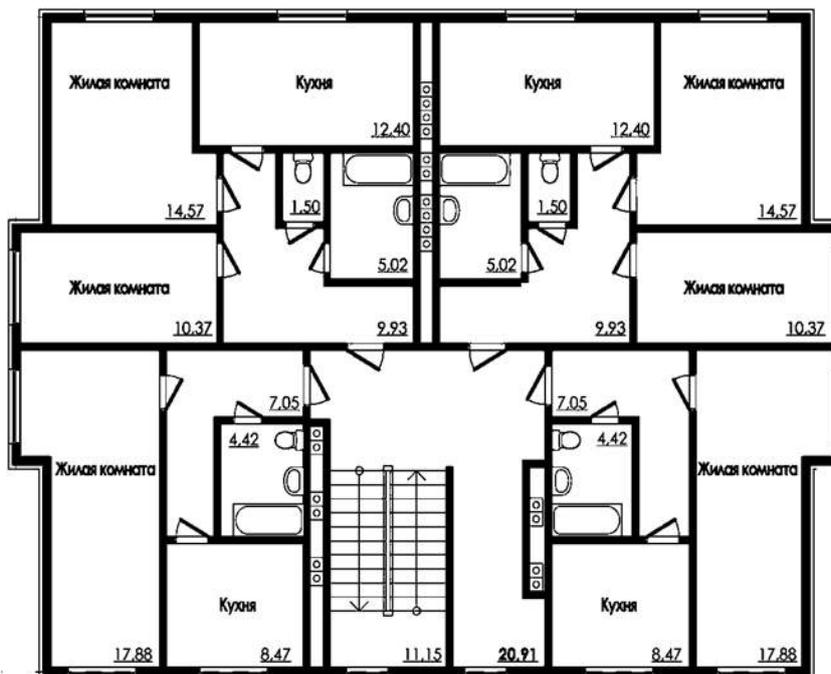


Рисунок 6. План первого этажа

Расположение устройств измерения предельно допустимых значений представлено на рисунке 7.

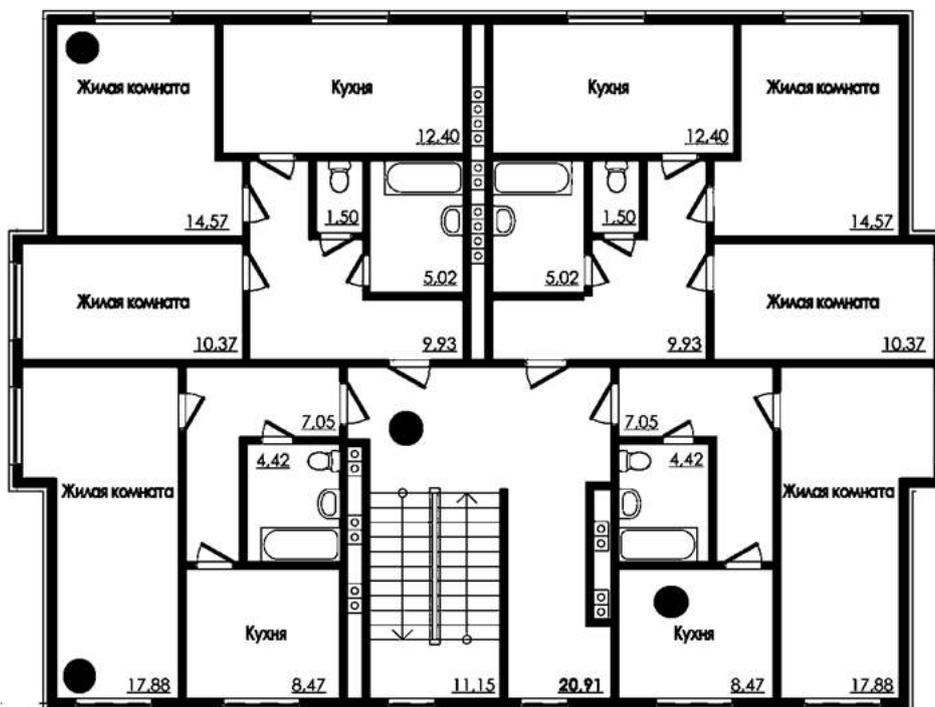


Рисунок 7. Расположение устройств на плане первого этажа

Результаты устройства измерения температуры на позиции 1,2 представлены на рисунке 8. На котором видно, что критическое время достижения опасного фактора пожара на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола достигается через 100 секунд.

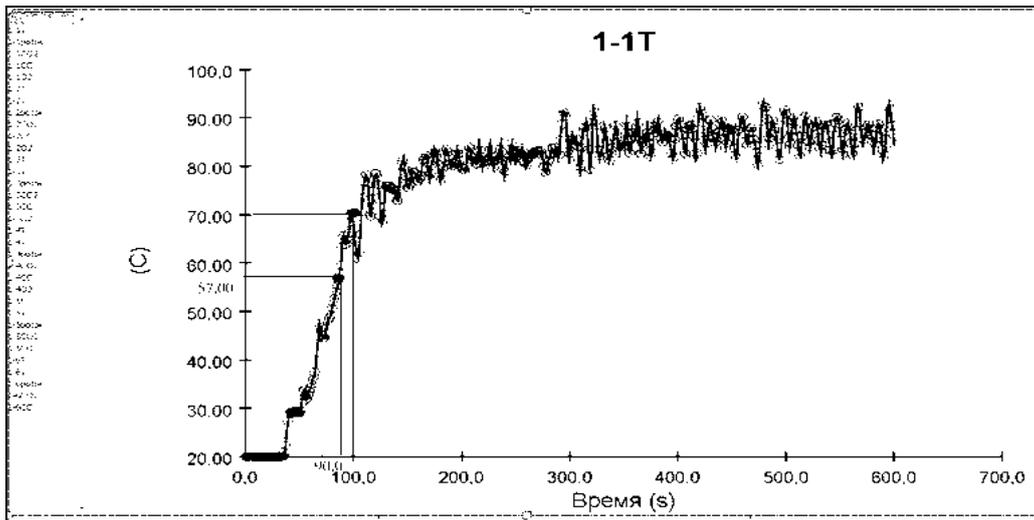


Рисунок 8. График изменения температуры

Результаты устройства измерения температуры на позиции 2 представлены на рисунке 9, который показывает, что наступление предельно допустимого значения ОФП на данном участке не происходит.

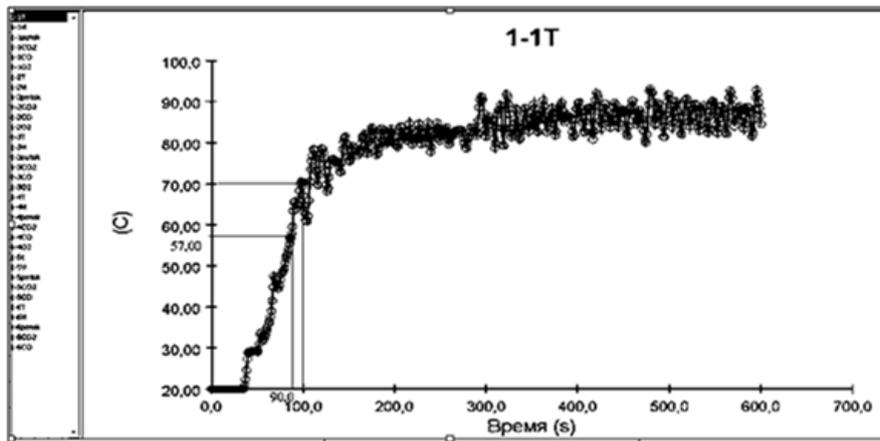


Рисунок 9. График изменения температуры

Результаты устройства измерения температуры на позиции 4 представлены на рисунке 10.

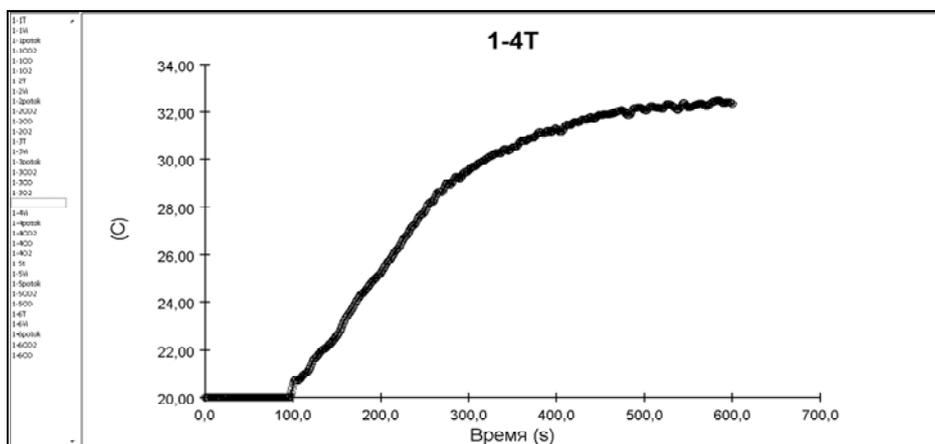


Рисунок 10. График изменения температуры

Результаты устройства измерения температуры на позиции 3,4 (самые удаленные точки) представлены на рисунке 11.

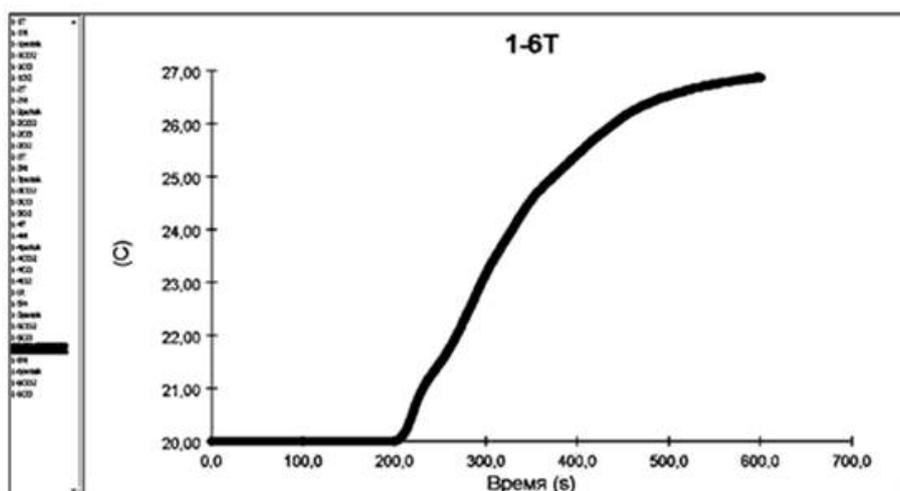


Рисунок 11. График изменения температур

Исходя, из результатов проделанного математического моделирования процесса возникновения и развития пожара в многоэтажном жилом доме было определено, что наступление критического значения в различных точках помещения достигается не одновременно. Из чего следует, что при тушении пожаров в зданиях, необходимо осуществлять выбор способа подачи огнетушащих веществ с учетом динамики пожара и времени начала воздействия опасных факторов пожара на людей, с целью оптимизации времени подачи огнетушащих веществ на этажи здания, безопасной эвакуации людей, снижения значений возможных ОФП. Поэтому разработка рекомендаций по оптимальным приемам и способам подачи огнетушащих веществ звеньями ГДЗС на этажи многоквартирных домов в зависимости от характеристики пожара, времени его развития и высоты расположения очага пожара, будет способствовать сокращению времени обнаружения очага пожара, локализации и ликвидации, что позволит сократить количество погибших и травмированных на пожарах, а так же уменьшит размер материально ущерба.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 30.12.2015) «О пожарной безопасности».
3. Приказ МЧС России от 09.01.2013 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».
4. Приказ МЧС России от 30.06.2009 г. №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

ПОЖАРООПАСНЫЕ СИТУАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СЕКТОРА

Джафаров Э.А., Рытова Д.В., Гелзим М.А., Бабаев Р.Н.

Дали Ф.А., кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Анализируются причины и последствия наиболее крупных аварий на морских платформах, связанные с добычей нефти и газа. Изучение данной проблемы позволяет повысить достоверность оценивания рисков, связанных с морской добычей нефти и газа, а также разработать методы повышения уровня пожарной безопасности нефтегазовых платформ в различных условиях их эксплуатации.

Ключевые слова: авария, чрезвычайная ситуация, нефтегазовая платформа, пожарная безопасность

FIRE HAZARDOUS SITUATIONS AT OIL AND GAS FACILITIES

Jafarov E.A., Rytova D.V., Gelzim M.A., Babaev R.N.

Dali F.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The reasons and consequences of the largest accidents on offshore platforms associated with oil and gas production are analyzed. The study of this problem makes it possible to increase the reliability of assessing the risks associated with offshore oil and gas production, as well as to develop methods for increasing the level of fire safety of oil and gas platforms in various operating conditions.

Keywords: accident, emergency, oil and gas platform, fire safety

Проблема обеспечения пожарной безопасности нефтегазовых платформ в настоящее время является актуальной в связи с повышенной пожарной опасностью данных объектов. Добыча нефти и газа на морских месторождениях относится к сфере производственной деятельности повышенной опасности. Наличие технологических процессов и оборот горючих веществ характеризуют нефтегазовые платформы как опасные производственные объекты. Особенности расположения нефтегазовых платформ создают дополнительные сложности при обеспечении их пожарной безопасности вследствие интенсивного влияния на основные конструктивные элементы внешней и внутренней агрессивной среды и других негативных факторов.

В мировой истории освоения континентального шельфа известны несколько крупнейших аварий с катастрофическими последствиями, возникшие в связи с низким уровнем подготовленности нефтегазовых платформ и обслуживающего их персонала к экстремальным условиям эксплуатации [1].

Аварии на морских нефтегазовых платформах практически всегда сопровождаются многочисленными человеческими жертвами вследствие уязвимости персонала к высокотемпературному воздействию пожара и токсичных продуктов горения. Негативное воздействие на людей этих факторов многократно усиливается в связи с ограниченной территорией платформы и, как следствие, затруднений в эвакуации.

Общий анализ данных [2,4] позволяет сделать вывод о некотором снижении в настоящее время риска возникновения аварий на нефтегазовых платформах

с катастрофическими последствиями. Однако отдельные аварии на подобных объектах нефтегазового комплекса свидетельствуют о возможности причинения огромного материального ущерба и нанесения масштабного экологического вреда практически в любое время независимо от постоянного совершенствования и развития технологий морской добычи углеводородов.

Нефтегазовые платформы характеризуются исключительно высокой аварийностью при бурении скважин. Аварийное фонтанирование скважины является одной из наиболее опасных аварийных ситуаций на буровых установках, приводящей к разрушению целых морских платформ.

Основными физическими проявлениями аварий и сопровождающими их поражающими факторами на нефтегазовых платформах являются:

- утечки газа при бурении скважин, а также на этапе эксплуатации, в том числе с воспламенением газа;

- разрыв нефте- или газопровода неразделенной, разрушение емкости, аппарата, резервуаров с природным газом под давлением с выбросом, в том числе с воспламенением газа и образованием струевого пламени;

- утечка природного газа внутри помещений с образованием взрывоопасной смеси, ее воспламенением и взрывным превращением;

- взрыв топливной смеси в емкостях с газовым конденсатом, дизельным топливом с последующим разливом, воспламенением горючих жидкостей и горением в виде пожара пролива с распространением вблизи места аварии поражающих факторов: осколков и частей резервуаров, аппаратов, прямого воздействия пламени и высокотемпературного воздействия;

- утечка горючей жидкости (топлива, масла, метанола) из емкостей, резервуаров, трубопроводов с образованием лужи пролива и дальнейшим воспламенением от источника зажигания или путем самовоспламенения.

Крупнейшие аварии в истории морской добычи нефти и газа играют важнейшую роль в процессе изучения проблемы обеспечения их пожарной безопасности [3]. На основании изучения сценариев данных аварий, можно установить вероятность возникновения каждой стадии аварий и минимизировать риски, что позволит уменьшить материальный, экологический ущерб и гибель людей в случае возникновения новых аварийных ситуаций на нефтегазовых платформах.

На основании проведенного анализа можно определить основные недостатки по обеспечению пожарной безопасности нефтегазовых платформ:

- высокий уровень пожарной опасности технологических процессов морской добычи нефти и газов;

- низкий уровень обеспечения пожарной безопасности (предупреждение пожаров, сохранение целостности конструкций, безопасные пути эвакуации);

- низкий уровень подготовки персонала к возможным рискам;

- отсутствие у персонала практических навыков действий в случае возникновения пожара.

Принимая во внимание высокую степень пожарной опасности данных объектов, можно предложить следующие рекомендации:

- необходимость развития международной координации действий по сбору и обмену информацией об авариях на объектах морской добычи нефти и газа в едином согласованном формате;

- особое внимание следует уделять разливам нефти, а именно мероприятиям оперативного реагирования на предотвращение экологических катастроф;

- необходимо комплексное повышение пределов огнестойкости несущих конструкций нефтегазовых платформ, для того, чтобы увеличить время безопасной эвакуации людей и повысить вероятность сохранения целостности платформы (избежать обрушения).

Морские нефтегазовые платформы являются опасными производственными объектами, в связи с чем, необходима разработка новой системы обеспечения безопасности на данных объектах, а также проведение регулярных проверок и инспекций.

Проведенный аналитический обзор и анализ аварийных ситуаций с пожарами и взрывами на морских нефтегазовых платформах позволяет сделать вывод о высокой актуальности научной проблемы поиска новых путей и методов обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности данных объектов в современных экстремальных условиях их эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.В. Лисанов, В.В. Симакин. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазовых месторождений. Материалы II Международной конференции ROOGD-2008 «Освоение ресурсов нефти и газа российского шельфа: Арктика и Дальний Восток», 2008 г.
2. A. Adams. The UK experience in offshore pipeline operations – Pipes & Pipelines Int. M-A, 1992.
3. М.В. Лисанов, А.В. Савина, Е.А. Самусева, С.И. Сумской. Аварийность на морских объектах нефтегазовых месторождений.
4. Accident statistics for fixed offshore units on the UK Continental shelf 1980-2005. Det Norske Veritas/UK Health & Safety Executive. Research Report Series. Report № R047.

УДК 528.93

РОЛЬ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧС ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ МЧС РОССИИ

Дмитриев Д.Д., Ляшко Д.Н.

Кузнецова Н.Н.

Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

Аннотация. В докладе рассмотрены особенности применения геоинформационных технологий, их роль и значение в мероприятиях, направленных на прогнозирование и устранение разного рода чрезвычайных ситуаций, построение многоуровневых информационных баз пространственных данных.

Ключевые слова: геоинформационные системы, информация, чрезвычайная ситуация, риск, прогнозирование, мониторинг, картография.

THE ROLE OF GEOGRAPHIC INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOLVING PROBLEMS OF EMERGENCY WARNING DIVISIONS OF EMERCOM OF RUSSIA

Dmitriev D.D., Lyashko D.N.

N.N. Kuznetsova

Military training and research center of the air force "air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu. a. Gagarin"

Abstract. The report examines the features of the use of geoinformation technologies, their role and importance in the activities aimed at forecasting and eliminating various types of emergencies, building multi-level information databases of spatial data.

Keywords: geoinformation systems, information, emergency, risk, forecasting, monitoring, cartography.

Оперативность поступления, обработки и представления информации напрямую связана с эффективностью принятия управленческих решений при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ. Вся база получаемых данных должна быть мобильна в применении. Данные должны быть систематизированы в соответствии с определенными требованиями. Очевидно, количество получаемых информационных данных огромно, тем сложнее иметь возможность их обобщать и связывать друг с другом, анализировать, просматривать их необходимо в удобном виде, затем создавать на их основе статистические выводы в наиболее удобном виде, например, схемы, таблицы, диаграммы, карты. Эту задачу поможет решить внедрение ГИС в подразделениях МЧС России.

Геоинформационные системы (ГИС) – это программно-аппаратный комплекс, который способен хранить и использовать объекты в пространстве. Информация, представленная в базах данных, может быть социальной, политической, экологической или демографической. То есть любой, которая только может быть отображена на карте.

Внедрение ГИС в практику управления многочисленными подразделениями пожарной охраны напрямую помогает обосновывать те или иные принимаемые управленческие решения и максимизировать эффективность при предупреждении и ликвидации ЧС (чрезвычайных ситуаций), как техногенного, так и природного характера на всей территории Российской Федерации.

В настоящее время широко используются подразделениями МЧС России две основные группы ГИС.

К первой группе относится ГИС мониторинга кризисных (опасных) ситуаций техногенного и природного характера. Соответственно, и название – ГИС-мониторинг. Для решения задач оценки, анализа, прогноза кризисных ситуаций, мониторинга, предупреждения и ликвидации ЧС на определенной территории используется различного рода информация. Эта информация черпается из картографического материала данных систем.

Задачи, решаемые ГИС-мониторингом для обеспечения пожарной безопасности объектов:

- определение целостной картины противопожарного состояния территории;
- оценка благоприятных и неблагоприятных факторов состояния изучаемой территории;
- определение «вклада» различных объектов в формирование экологического (противопожарного) состояния на данной территории;
- моделирование ситуации в зависимости от изменения экологических факторов;
- на основе проводимого анализа прогноз развития опасных факторов крупных пожаров и ЧС на территории, обобщение комплексных оценок.

Картографический материал, используемый в этой группе ГИС – цифровые векторные карты в масштабе 1:10000, 1:25000.

Ко второй группе относят ГИС, основой которых являются цифровые топографические планшеты, используемый масштаб которых 1:500. Они создаются взамен документов, не использующих масштаб (схемы, планы и т.п.). Данные системы работают с так называемым векторным (цифровым) планом города [1].

Принципы составления векторных карт городов для таких ГИС следующие:

- возможности объединения оцифрованных планшетов в единый цифровой топографический план города;
- формирование цельных объектов, части которых расположены на различных планшетах;
- возможности мобильного проведения обновлений и мониторинга электронных карт.

Работа в России по предупреждению и ликвидации ЧС основана на автоматизированной системе оперативного управления (СОУ) в кризисных ситуациях, в которую входит и геоинформационная подсистема – ГИС НЦУКС МЧС РФ. ГИС МЧС разрабатывалась на основе ArcGIS 9.x компании ESRI. В работе используются спутниковые изображения, также сканированные картографические материалы, модели рельефа в цифровых возможностях, также 3D-изображения [2].

Картографический материал ГИС МЧС дополняется специальной информацией, на него может быть наложена оперативная обстановка, как то данные об оперативной обстановке, метеоданные, силы и средства в данной местности и другие данные из базы СОУ НЦУКС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование / А.М. Берлянт. – М. : Астрей, 1997. – 64 с. – ISBN 5-7594-0041-X.
2. Журкин И.Г., Шайтура С.В. Геоинформационные системы. — Москва: Кудиц-пресс, 2009. — 272 с.

УДК 614.835

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА СВОЙСТВА ОТХОДОВ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ТИПА «ЦЕОСОР 5А»

Драпей В.С.

Ференц Н.А., кандидат технических наук, доцент

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

Аннотация. Изучены процессы происходящие при нагревании отходов цеолитных катализаторов типа «Цеосор 5А» до $t=1000^{\circ}\text{C}$, что указывает на их преимущество по сравнению с песком при использовании в качестве мелкого заполнителя жаростойких бетонов.

Ключевые слова. Отходы цеолитных катализаторов, огнестойкость, полиморфные превращения, цеолитная вода.

INFLUENCE OF HIGH TEMPERATURES ON THE PROPERTIES OF WASTE OF ZEOLITE CATALYSTS TYPE "CEOSOR 5A"

Drapey V.S.

Ferents N.O., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Lviv State University of Life Safety

Abstract. The processes occurring during the heating of zeolite catalysts of the "Tseosor 5A" type to $t = 1000^{\circ}\text{C}$ have been studied, which indicates their advantage in comparison with sand when used as a fine aggregate of heat-resistant concrete.

Keywords: Wastes of zeolite catalysts, fire resistance, polymorphic transformations, zeolite water.

В промышленности широко используются кристаллические алюмосиликатные цеолиты типа А, X, Y. Их способность адсорбировать молекулы определенных размеров используется для очистки газов и жидкостей, удаления сероводорода и других соединений, для повышения октанового числа бензинов (на 5-26 пунктов) в результате выделения n-алканов [1].

Цеолитные катализаторы типа „Цеосор 5А“, которые не способны регенерироваться и выполнять адсорбционные и каталитические функции, но сохраняют ряд ценных свойств, являются объектом исследования для использования их в промышленности строительных материалов. Известные исследования [2], связанные с разработкой вяжущих веществ

на основе отходов цеолитных катализаторов, использованием их в качестве активных минеральных добавок портландцемента. Одним из важных эксплуатационных свойств изделий на основе таких вяжущих является огнестойкость. Поэтому, имеет практический интерес изучение поведения отходов цеолитных катализаторов в условиях высоких температур.

Целью работы является исследование процессов, которые происходят при нагревании отходов цеолитных катализаторов типа „Цеосор 5А" и вяжущих на их основе, а также прогнозирование поведения в условиях высоких температур строительных материалов с использованием указанного материала.

Исследования проводились методом рентгенофазового, дифференциально-термического анализа, электронной микроскопии. Рентгенофазовый анализ отходов цеолитных катализаторов свидетельствует, что он состоит в основном с цеолита типа „Цеосор 5А" ($d/n=1,23; 0,87; 0,708; 0,547; 0,408; 0,370; 0,327; 0,297; 0,261$ нм), небольшая интенсивность дифракционных максимумов $d/n=0,334; 0,245; 0,228; 0,181$ нм указывает на незначительное содержание SiO_2 . Микроструктура отходов цеолитных катализаторов представлена отдельными кристаллами. Четко определенное кристаллическое строение, открытая ультратонкопористая структура указывает на возможность интенсивного массопереноса в водных системах, а высокая энергетическая насыщенность поверхности кристалла – на адсорбционную способность.

При нагревании отходов в температурном интервале $120...300^{\circ}C$ на кривой ДТГ наблюдается интенсивный эндотермический пик с температурным максимумом при $280^{\circ}C$, который указывает на удаление из цеолитного минерала воды, при $125^{\circ}C$ – физически связанной, при $180^{\circ}C$ – гидроксильной. На кривой ТГ потеря массы составляет 27,5%. Одновременно на эндотермический налагается экзотермический эффект с температурным максимумом при $380^{\circ}C$. Общие потери массы составляет 28,2%. При последующем нагревании образца на кривой ДТГ не идентифицируются новые эффекты. Определение содержания воды утрудняется тем, что одновременно, уже начиная с температуры $260^{\circ}C$ происходит процесс выгорания веществ, которые адсорбированы цеолитом. Деструкция кристаллической решетки цеолитного минерала начинается при температурах $765...800^{\circ}C$. Экзотермический эффект в области $910...920^{\circ}C$, который происходит без потери массы, можно отнести к кристаллизации из расплава $\gamma-Al_2O_3$ и шпинелидов переменного состава. При температуре $1000^{\circ}C$ определен интенсивный экзотермический максимум, который обусловлен модификационными превращениями SiO_2 . Наиболее вероятно, что образуется α -тридимит.

Установлено, что отходы цеолитных катализаторов типа «Цеосор 5А» обладают гидравлической активностью т.е. способностью поглощать ионы Ca^{2+} из насыщенного раствора. Исследования проводились методом поглощения извести из известкового раствора. Количество поглощенного Ca^{2+} составляет 1,7 мг/г. Гидравлическая активность отходов цеолитных катализаторов типа «Цеосор 5А» обуславливает и вяжущие свойства композиций на их основе. На основе отходов цеолитного катализатора, извести и гипса разработаны составы вяжущих. Твердение вяжущих происходит в гидротермальных условиях. Композиция оптимального состава обладает прочностью на изгиб 1,82 МПа, на сжатие – 1,4 МПа.

Таким образом, при нагревании отходов цеолитных катализаторов до $t=120...750^{\circ}C$ происходит последовательное удаление физически связанной, гидроксильной, цеолитной воды, которое не сопровождается разрушением структуры. При нагревании в указанном температурном интервале отсутствуют полиморфные превращения, что указывает на преимущества при использовании отходов цеолитных катализаторов типа „Цеосор 5А" как мелкозаполнителя жаростойких бетонов по сравнению с песком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976. – 781 с.
2. Вяжущие материалы на основе отработанных цеолитных катализаторов// Соболев Х.С., Петровская Н.И., Якимечко Я.Б., Ференц Н.О. Тезисы докладов научно-технического семинара «Новые вяжущие материалы и их применение», г.Новосибирск, –1991. – С.55-56.

3. Ференц Н.О. Дослідження матеріалів для теплового захисту вибухових мембран / Ференц Н.О., Павлюк Ю.Е., Березюк Р.І.// Пожежна безпека: Львів: ЛДУ БЖД, 2015 – № 26. – С.172-176.

УДК 564.48.01

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ АНТИПИРЕНОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ГОРЮЧЕСТИ ПОЛИМЕРОВ

Жумаев К.

Мухамедгалиев Б.А., доктор химических наук, профессор

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. В статье проанализированы результаты синтеза полимерных антипиренов. Показаны, что разработанные антипирены имеют огромные преимущества, по сравнению с низкомолекулярными аналогами. Существенным преимуществом этих антипиренов является то, что их можно использовать в концентрациях, намного меньших, чем концентрации фосфора и галогенсодержащих соединений.

Ключевые слова: антипирен, горение, огнестойкость, пожар, высокомолекулярное соединение, пиролиз, кокс.

PERSPECTIVITY OF APPLICATION OF PHOSPHOROSE-CONTAINING ANTIPYRENES TO REDUCE THE FLAMMABILITY OF POLYMERS

Jumaev K.

Mukhamedgaliev B.A., Grand PhD in Chemical Sciences, Professor

Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering

Abstract. The article analyzes the results of the synthesis of polymer fire retardants. It is shown that the developed flame-retardants have enormous advantages over their low molecular weight analogs. A significant advantage of these flame-retardants is that they can be used in concentrations much lower than those of phosphorus and halogen-containing compounds can.

Keywords: fire retardant, combustion, fire resistance, fire, high-molecular compound, pyrolysis, coke.

Любая деятельность человека оказывает воздействие на суммарные ресурсы Земли. Казалось бы, в результате такой деятельности ресурсы Земли должны иссякнуть. Однако не следует забывать, что Земля постоянно получает приток новой энергии, источником которой является Солнце. Таким образом, в процессе техногенного влияния человек причиняет ущерб окружающей среде в результате хозяйственной и производственной деятельности, и задача состоит в том, чтобы сделать последствия этого влияния наименее пагубными.

В городах под складирование бытовых отходов отводятся большие территории. Удалять отходы следует в ограниченные сроки, чтобы не допускать размножения насекомых, грызунов, предотвращать загрязнение воздуха. Во многих городах действуют заводы по переработке бытовых отходов, причем полная переработка мусора позволяет городу с населением в 1 млн. человек получать в год до 1500 т металла и почти 45 тыс. т компоста – смеси, используемой в качестве удобрения. В результате утилизации отходов город становится чище, кроме того, за счет освобождающихся площадей, занятых свалками, город

получает дополнительные территории. Часть новых кварталов Ташкента размещена на территории бывших свалок, и поскольку во время строительства еще не было правильно организованных технологий свалок, то в этих районах города необходим особенно тщательный контроль воздуха на присутствие токсичных веществ.

В этом аспекте нами на протяжении долгих лет проводятся научные исследования по утилизации и повторного применения различных отходов, в качестве модификаторов, антипиренов, стабилизаторов. Нами разработаны огромные количества полимерных антипиренов, огнезащитных составов для синтетических и природных полимеров и строительных конструкции.

Как известно, до сих пор пожары приносят огромный материальный ущерб, исчисляемый десятками миллиардов долларов в год, в них гибнут десятки тысяч людей. Роль современных полимерных материалов в этом особенно существенна. Поэтому поиски путей, ограничивающих горючесть полимеров и уменьшающих выделение дыма и токсичных продуктов при горении, продолжаются во всем мире и на это тратятся значительные финансовые и интеллектуальные средства. Отметим один важный момент. Многие способы ингибирования процессов горения основаны на введении в материал добавок (антипиренов), содержащих атомы хлора или брома, или на химической модификации полимеров также путем введения в них хлора или брома. В то же время сейчас уже однозначно установлено, что эти элементы, попадая в атмосферу, способствуют разрушению озонового слоя Земли. Поэтому одной из главных задач современного полимерного материаловедения является разработка безгалогидных способов снижения горючести.

Одним из наиболее эффективных ингибиторов процессов горения и тления различных полимеров является фосфор и его соединения. Действие фосфорсодержащих антипиренов (замедлителей горения) обычно объясняют следующим образом. При пиролизе полимеров, содержащих соединения фосфора, происходит образование фосфорной кислоты и ее ангидридов, которые катализируют дегидратацию и дегидрирование и способствуют процессу карбонизации. В последнее время стали применять не только низкомолекулярные, но и полимерные фосфорсодержащие антипирены. Эти полимерные добавки имеют лучшую совместимость с основным полимером, меньше мигрируют из полимерного материала, отличаются более высокой стойкостью к различным внешним воздействиям и при относительно низком содержании фосфора являются эффективными антипиренами.

Представляет интерес возможность придания огнестойкости полимерным композициям, содержащим обычные эпоксидные, полиэфирные и другие смолы путем армирования их "огнезащищенными" фосфорсодержащими химическими волокнами (то есть волокнами, модифицированными фосфорсодержащими химическими соединениями). В этом случае одновременно улучшаются физико-механические свойства за счет армирования прочными волокнами и снижается горючесть из-за усиления коксообразования на поверхности горящего полимера. В качестве эффективных антипиренов в последние годы широко применяются оксиды и гидроксиды различных металлов, соли органических и неорганических кислот, хелатные комплексы. Существенным преимуществом этих антипиренов является то, что их можно использовать в концентрациях, намного меньших, чем концентрации фосфора и галогенсодержащих соединений.

Идея защиты материала от огня путем образования на его поверхности коксовой "шапки" была доведена до логического конца, когда стали разрабатываться и применяться так называемые вспучивающиеся покрытия. Эти покрытия при воздействии огня образуют пористый пенокок, увеличивая свою толщину в десятки раз. Образующийся кокс имеет низкую теплопроводность и какое-то время защищает основной материал или конструкцию от теплового потока. Вспучивающиеся покрытия представляют собой сложные композиции, состоящие из полимерного связующего и целого ряда добавок для обеспечения вспенивания, необходимой вязкости и быстрой карбонизации при нагреве.

В последние годы интенсивное развитие получило введение антипиреновых добавок в полимерные композиции в виде микрокапсул. Оболочка капсулы изготовлена из полимера,

например из желатина, поливинилового спирта, размеры ее составляют десятки или сотни микрон. Антипирены, используемые для этих целей, можно разделить на две группы: высококипящие, температура кипения которых выше температуры вскрытия микрокапсул, и низкокипящие, температура кипения которых значительно ниже температуры вскрытия микрокапсул. К первой группе относятся, например, трихлорэтилфосфат и трисдибромпропилфосфат. Механизм их действия и эффективность в микрокапсулированном виде аналогичны тому случаю, когда они введены в виде обычных добавок к полимеру. Это интенсификация процесса коксообразования, увеличение количества кокса и его пористости, а также снижение проницаемости кокса для горючих жидких и газообразных продуктов деструкции полимера. Основным эффектом микрокапсулирования в этом случае состоит в улучшении совместимости антипирена с полимером, затруднении его "выпотевания" - выделения из полимера при длительной эксплуатации и повышении физико-механических свойств материала.

Совершенно новый и весьма эффективный механизм действия обнаружен для соединений второй группы. Это, например, четыреххлористый углерод, тетрафтордибромэтан и другие фреоны - галоидуглеводороды. Эти соединения в микрокапсулированном виде намного эффективнее снижают горючесть полимерной композиции, нежели введенные в чистом виде. Даже такое инертное при обычном способе введения соединение, как четыреххлористый углерод, при микрокапсулировании становится очень эффективным антипиреном. Характерна и экстремальная зависимость КИ композиции от размера микрокапсул. Значение оптимального размера зависит от природы антипирена и изменяется от 40 до 160 мкм.

Оказалось, что жидкость, находящаяся внутри микрокапсул, к моменту их вскрытия подвергается сильному перегреву (на 100 – 200°C выше температуры кипения). Устойчивое (метастабильное) перегретое состояние жидкости внутри них обусловлено отсутствием зародышей парообразования. При достижении температуры начала разложения оболочки микрокапсулы на ее поверхности образуются дефекты, которые и становятся зародышами образования газовой фазы. Если к этому моменту жидкость перегрета, происходит резкое увеличение давления, и микрокапсула взрывается. Чем сильнее перегрета жидкость, тем сильнее взрыв. Наличие микровзрывов приводит к диспергированию полимерной матрицы: частички полимера отрываются от основной массы и уносятся из зоны пламени. Таким образом, органический полимер, который в обычных условиях под действием пламени пиролизуется, образуя горючие газовые продукты, в результате диспергирования уносится в виде твердых частиц, окруженных газовым облаком антипирена. Эффект диспергирования зависит также от состояния полимерной матрицы в момент вскрытия микрокапсул. Так, наибольший эффект от микрокапсулированных легко летучих фреонов наблюдался для эпоксидных полимеров, которые находятся в сшитом нетекучем состоянии при температуре диспергирования. Для термопластичных полимеров, которые при нагревании расплавляются и становятся сравнительно низковязкими, эффективность этих микрокапсулированных жидкостей значительно ниже - вместо диспергирования матрицы происходит как бы ее кипение. Полимерный материал, содержащий микрокапсулированный эффективный антипирен, такой, например, как тетрафтордибромэтан, может быть не только негорючим, но и огнегасящим.

Не нужно думать, что весь эффект при образовании кокса сводится лишь к снижению выхода топлива. Образование коксовой шапки на поверхности полимера между пламенем и пиролизующимся материалом экранирует последний от теплового потока, изменяет тепловой баланс в сторону увеличения теплопотерь, например, теплопотерь излучением от поверхности кокса, которая оказывается нагретой до значительно больших температур, чем поверхность полимера, или конвективных теплопотерь и т.д.

Следовательно, образование кокса в конденсированной фазе - важный процесс, существенно влияющий на механизм горения. Для многих углеводородных полимеров известна тенденция: чем больше кокса остается при их пиролизе, тем они менее горючи. На

рис. 2 приведена корреляционная прямая, связывающая эти два параметра. С другой стороны, химическая структура полимера сама по себе во многом определяет направление его деструкции: чем больше в исходном полимере содержится конденсированных ароматических или гетероароматических группировок, тем выше выход кокса. Выход кокса при пиролизе полимера можно оценить, зная его химический состав. В первом приближении вклад различных групп, входящих в состав полимера, аддитивен. Такой подход позволяет до определенной степени прогнозировать горючесть новых полимеров и направленно их синтезировать.

УДК 564.48.01

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГОРЮЧЕСТИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИМЕНЯЕМОЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Жумаев К.

Мухамедгалиев Б.А., доктор химических наук, профессор

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые вопросы повышения огнестойкости строительных конструкции. Показаны, что наиболее приемлемыми способами повышения огнестойкости конструкции является использование цементно-песчаной штукатурки, которая обеспечивает значительное предела огнестойкости защищаемой конструкции и повышает устойчивость к атмосферным воздействиям.

Ключевые слова: огнестойкость, строительная конструкция, горение, предел прочности, штукатурка, эксплуатация, пожар.

BASIC REQUIREMENTS FOR WOOD FLAMMABILITY USED IN CONSTRUCTION

Jumaev K.

Mukhamedgaliev B.A., Grand PhD in Chemical Sciences, Professor

Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering

Abstract. The article discusses some issues of improving the fire resistance of building structures. It is shown that the most acceptable ways to increase the fire resistance of a structure is the use of cement-sand plaster, which provides a significant fire resistance limit of the structure being protected and increases resistance to weathering.

Keywords: fire resistance, building construction, burning, tensile strength, plaster, operation, burning.

Строительные конструкции зданий и сооружений при нормальных условиях эксплуатации сохраняют необходимые рабочие качества в течение десятков лет. В условиях огневого воздействия конструкции достаточно быстро утрачивают свои эксплуатационные свойства, теряют несущую и теплоизолирующую способность, а также целостность. Воздействие высоких температур во время пожара и прилагаемые на конструкции нагрузки интенсивно развивают температурные деформации и деформации ползучести, что приводит к быстрой потере устойчивости [1]. Частые происшествия, связанные с возникновением

пожаров в зданиях обуславливает необходимость введения комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Огнезащита строительных конструкций является составной частью системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в части организации геометрической неизменяемости и устойчивости конструкций при пожаре [2]. Основная задача огнезащиты строительных конструкций состоит не в устранении пожара, а в ограничении распространения огня и продуктов горения, а также уменьшения их влияния на несущие конструкции. При этом решаются две главные задачи: повышается эксплуатационная устойчивость зданий и сооружений за счет увеличения огнестойкости строительных конструкций; во-вторых, предотвращается распространение огня и продуктов горения, что обеспечивает безопасную эвакуацию из горящего объекта [3]. К несущим элементам здания или сооружения относятся конструкции, обеспечивающие его общую устойчивость, геометрическую неизменяемость при пожаре: несущие стены, колонны, балки перекрытий, ригели, фермы, рамы, арки, связи, диафрагмы жесткости и т.п. Классификация зданий по степени огнестойкости в Республике Узбекистан осуществляется в соответствии с существующими нормами и правилами Государственной Инспекции «Саноатгеоконтехназорат» и зависит от назначения зданий, их площади, этажности, взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности производств, а также функциональных процессов.

Способы огнезащиты конструкций разнообразны и включают конструктивные методы - методы создания на поверхности элементов разного рода теплозащитных экранов, физико-химические и технологические приемы, направленные на снижение пожарной опасности материалов [4]. Способы огнезащиты металлических конструкций Для металлоконструкций характерно снижение жесткости и прочности с последующим переходом в пластичное состояние. С целью повышения предела огнестойкости металлоконструкций применяют: обетонирование, облицовка из кирпича. Применение огнезащиты металлических конструкций при помощи бетона и кирпичной кладки наиболее рационально, когда одновременно с огнезащитой конструкций требуется произвести их усиление, например, при реконструкции зданий. Кирпичную облицовку применяют для огнезащиты вертикально расположенных конструкций. Армирование огнезащитной облицовки из кирпича назначают с учетом усиления связи в углах кирпичной кладки. Диаметр стержней арматуры принимают не более 8 мм. При использовании облицовки из кирпича следует выполнять защиту металлоконструкций от коррозии. Армирование огнезащитного слоя бетона может быть разнообразным в зависимости от толщины слоя и требуемой степени усиления конструкции. Облицовки из бетона и кирпичной кладки обеспечивают максимально возможный предел огнестойкости, они устойчивы к атмосферным воздействиям и агрессивным средам. Но эти способы огнезащиты связаны с трудоемкими опалубочными и арматурными работами, малопроизводительны, значительно утяжеляют каркас здания и увеличивают сроки строительства [5].

Для устройства облицовок деревянных строительных конструкций могут использоваться листовые и плитные теплоизоляционные материалы, например, гипскартонные и гипсоволокнистые листы, асбестоцементные и перлито-фосфогелиевые плиты, плиты на основе вспученного вермикулита. Устройство данного средства огнезащиты не требует очистки поверхности защищаемых конструкций от ранее нанесенных лакокрасочных покрытий. По данным [6], с помощью листовых и плитных облицовок обеспечивается предел огнестойкости до 2,5 часов. Листовые и плитные облицовки и экраны практически применимы для колонн, стоек и балок. Но для ферм перекрытия и связей применение этих средств огнезащиты нерационально. Так же ограничивают применение листовых и плитных облицовок значительный перерасход материала при низком уровне требуемых пределов огнестойкости защищаемых конструкций и высокий уровень паропроницаемости.

Штукатурки использование цементно-песчаной штукатурки обусловлено такими преимуществами, как низкая стоимость материалов для приготовления состава, обеспечение

значительного предела огнестойкости защищаемой конструкции (до 2,5 часов), устойчивость к атмосферным воздействиям. В то же время, данное средство огнезащиты имеет ряд недостатков, ограничивающих его применение. К ним относятся: большая трудоемкость работ по нанесению покрытия из-за необходимости армирования стальной сеткой; увеличение нагрузок на фундаменты зданий за счет утяжеления каркаса; необходимость применения антикоррозионных составов. Кроме того, штукатурки не отвечают эстетическим требованиям и не могут быть нанесены на конструкции сложной конфигурации (фермы, связи и т.д.). Стремление снизить массу штукатурного покрытия привело к разработке легких полимерных штукатурок с содержанием асбеста, перлита, вермикулита, фосфатных соединений и других материалов. Однако снижение массы приводит к появлению недостатков, свойственных облегченным штукатуркам: снижение конструктивной прочности, недостаточная адгезия к покрываемой поверхности. Следует отметить, что штукатурные смеси на жидком стекле, извести и гипсе могут использоваться в помещениях с относительной влажностью не более 60 %.

Разработанные нами полимерные составы терморасширяющегося типа являются одним из перспективных направлений огнезащиты. Действие их основано на вспучивании нанесенного покрытия под воздействием высоких температур (190–280°C) и образовании пористого теплоизолирующего слоя. При этом огнезащитное покрытие толщиной от 0,3 до 3 мм увеличивается в объеме в 15–60 раз и обеспечивает огнезащитную эффективность от 1,5 до 4,5 часа. Следует отметить, что нанесение огнезащитных составов производится на грунт, указанный в сертификате Государственной пожарной службы Республики Узбекистан. Перед нанесением огнезащитных составов необходимо произвести очистку поверхности защищаемой конструкции от ранее нанесенных лакокрасочных покрытий, ржавчины, обезжирить и прогрунтовать. Вододисперсионные и водоземulsionные полимерные огнезащитные составы применяются для защиты деревянных строительных конструкций в закрытых помещениях с влажностью до 18 %. Кроме того, нами разработаны и атмосфероустойчивые полимерные огнезащитные составы на основе техногенных отходов химической промышленности Республики Узбекистан. Важно отметить, что огнезащитные составы могут быть применены для огнезащиты деревянных конструкций конфигурации любой сложности.

Снижение прочности, деформация и разрушение элементов крепления при нагревании может привести к отслоению плит или листов огнезащитного материала и появлению щелей между ними, в результате огонь проникнет к защищаемой поверхности. Разновидностью этого способа огнезащиты является обкладка кирпичом, но в настоящее время кирпич для этой цели применяется редко, т.к. уступает по огнезащитной эффективности плитам из современных материалов, специально разработанных для огнезащиты бетона и других поверхностей, и этот способ огнезащиты более трудоемкий по сравнению с другими.

Применение огнезащиты деревянных строительных конструкций, а также расчеты конструкций на огневое воздействие стали обязательными в большинстве случаев. Конструкции без огнезащиты деформируются и разрушаются под действием напряжений от внешних нагрузок и температуры. Огнезащита, блокирующая тепловой поток от огня к поверхности деревянных строительных конструкций, позволяет сохранить их работоспособность в течение заданного времени. Выбор вида огнезащиты осуществляется с учетом режима эксплуатации объекта защиты и установленных сроков эксплуатации огнезащитного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мухамедгалиев Б.А., Абдукадиров Ф.Б. Горение и огнестойкость строительных конструкций. Журнал Пожаровзрывоопасность, №4, 2017 г.-с.44-48.
2. Барботько С.Л., Воробьев С.Н. Горение деревянных конструкции. Сб. межд. НТК «Горение и снижение горючести полимерных материалов». Волгоград. 2016 г.-с.56-59.
3. Климанов А.М. Огнестойкость зданий и сооружений. М.МИТХТ.2017 г.

4. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. М.-Химия. 1986 г.-с.340.
5. Зубов В.П., Кириченко В.Д. Снижение горючести строительных конструкции. М. Химпром. 2009 г.-с.290.
6. Миркамилов Т.М., Мухамедгалиев Б.А. Полимерные антипирены. Т.,ТашГТУ, 1996 г.-с.298.

УДК 564.48.01

СНИЖЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Жумаев К.

Мухамедгалиев Б.А., доктор химических наук, профессор

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. Выявлено, что наибольший вклад в токсичность продуктов сгорания древесины вносит именно монооксид углерода. В режиме тлеющего горения древесины тополя выход СО в 70-240 раз превышал выход СО при пламенном горении. Выявлено влияние вида и породы древесины на токсичность продуктов горения при действии внешнего радиационного теплового потока, проведена оценка выхода монооксида и диоксида углерода в режиме пламенного и тлеющего горения древесины. Объектом служили образцы стеблей хлопчатника, сосны и тополя. Из южного региона Узбекистана взяты образцы древесины карагача, дуба и саксаула.

Ключевые слова: древесина, карагач, горение, тление, дымообразование, оксид углерода, кокс, саксаул.

REDUCING THE HARMFUL EFFECTS OF WOOD COMBUSTION

Jumaev K.

Mukhamedgaliev B.A., Grand PhD in Chemical Sciences, Professor

Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering

Abstract. It was revealed that carbon monoxide makes the greatest contribution to the toxicity of wood combustion products. In the mode of smoldering combustion of poplar wood, the CO yield was 70-240 times higher than the CO yield during flame combustion. The influence of the type and type of wood on the toxicity of combustion products under the action of an external radiation heat flux was revealed, and the yield of carbon monoxide and carbon dioxide was estimated in the mode of flaming and smoldering wood combustion. Samples of stems of cotton, pine and poplar were used as objects. Samples of elm, oak and saxaul timber were taken from the southern region of Uzbekistan.

Keywords: wood, elm, combustion, smoldering, smoke generation, carbon monoxide, coke, saxaul.

В современном строительстве широко используются конструкции и изделия из древесины. Обладая несомненными достоинствами в качестве строительного материала, древесина является легковоспламеняемым и легкогорючим веществом [1].

Воспламенение древесины может произойти как от открытого малокалорийного источника зажигания, так и от прогретых предметов или горячих газов. При повышении температуры до 125°C из древесины быстро испаряется влага; после этого она начинает разлагаться

с выделением горючих летучих веществ. При температуре выше 210°C и наличии источника зажигания эти летучие вещества воспламеняются, температура повышается и процесс переходит в экзотермическую стадию горения с большим выделением тепла.

Продолжение и развитие процесса горения древесины возможно только при условии, если количество тепла, отдаваемое горячей поверхностью в окружающее пространство (в единицу времени) меньше, чем количество тепла, генерируемое этой поверхностью. Попытки снижения воспламеняемости и горючести древесины предпринимались многими исследователями. Для этих целей созданы огнезащитные обмазки и штукатурки, огнезащитные лаки и краски, огнезащитные пропитки. Эти составы затрудняют процесс воспламенения древесины, выполняя при этом функции декоративно-отделочных материалов. Некоторые из разработанных покрытий под действием высоких температур пожара вспучиваются, значительно увеличиваясь в объеме с образованием пористых угольных слоев, обладающих низкой газопроницаемостью и низкой теплопроводностью. Несмотря на достигнутые успехи, проблему снижения горючести древесины нельзя считать решенной, поскольку известные составы не являются атмосфероустойчивыми, их нельзя применять в условиях строительных площадок при пониженных температурах. Обладая достаточно высокой стоимостью современные средства огнезащиты древесины недолговечны [2].

При этом огромную опасность представляют процессы дымообразования и выделения токсичных газовых выбросов при горении древесины. Выделение дыма и токсичных газов представляет большую опасность при пожаре. Опасность возникает в результате токсического и раздражающего действия продуктов сгорания, а также ухудшения видимости в задымленной среде. Ухудшение видимости затрудняет эвакуацию людей из опасной зоны, что увеличивает риск их отравления продуктами сгорания. Ситуация при пожаре осложняется еще и тем, что дымовые газы быстро распространяются в пространстве и проникают в помещения, удаленные от очага пожара.

Нами выявлено, что концентрация выделяющегося дыма и его природа зависят от структурных особенностей и химического состава горючего материала. В дымовых газах, образующихся при горении древесины, обнаружено более 100 соединений – продуктов неполного сгорания, большинство из которых являются канцерогенными веществами. Выявлены соединения, которые выделяются из компонентов древесины без их изменения за счет испарения и последующей конденсации на частицах сажи или измененными лишь частично в ходе повышения температуры. Некоторые продукты горения древесины используются в качестве меток для определения по дыму принадлежности исходной горящей растительной биомассы к тому или иному виду и породе. В частности, такими маркерами служат некоторые компоненты экстрагируемых из древесины веществ, продукты разложения лигнинов и лигнанов. Анализ дымовых газов в атмосфере, с одной стороны, подтверждает концепцию, что экстрактивы из разных видов и пород древесины различаются по своему химическому составу и содержанию отдельных составляющих, с другой стороны, показывает их разный вклад в процесс горения древесины.

Республиканский стандарт ШНК 2.01.02-04 рекомендует применять показатель D_m^{\max} , этот же показатель и D_m^{\max} используется в конкалориметрических испытаниях материалов (ISO 5660-1 и ISO 5659 соответственно). Преимущество показателей D_m^{\max} и D_m^{\max} состоит в том, что они позволяют выявить зависимость процесса дымообразования от количества материала и его состава. К сожалению, детальная информация о влиянии разновидности и породы древесины на показатели дымообразования отсутствует. Однако, существует общая тенденция: при пламенном горении древесины при воздействии внешнего радиационного теплового потока способность к образованию дыма намного ниже, по сравнению с выделением дыма в режиме разложения и тления. Нами было проведено исследование дымообразующей способности 8 видов хвойных и лиственных пород древесины в наиболее опасном, с точки зрения образования дыма, режиме тлеющего горения [1]. Испытания проводили по стандартному методу при плотности внешнего радиационного

теплового потока от 10 до 35 кВт/м^2 . Образцы древесины стеблей гуза-паи, азиатского тополя (терак) и саксаула были взяты из южных вилоятов Узбекистана. Для сравнения с южными разновидностями древесины был взят образец Российской сосны. Влажность образцов колебалась в пределах 4-9 %. Максимальное значение оптической плотности дыма при горении каждой из разновидностей древесины сложным образом зависит от плотности внешнего теплового потока. При переходе от режима термического разложения и тления к пламенному горению древесины происходит изменение характера дыма. Основным компонентом конденсированной фазы дыма становится углеродная сажа. Положение экстремума соответствует значению критической плотности теплового потока, ниже которого пламенный процесс горения древесины без инициирующего локального источника зажигания не реализуется. Из экспериментальных данных следует, что лиственные породы древесины обнаруживают более низкие значения критической плотности самовоспламенения, чем ее хвойные разновидности. Исключение составляют образцы древесины карагача и тополя, по этому показателю близкие к хвойным породам, вероятно, из-за высокого содержания экстрагируемых веществ. Образцы стеблей гуза-паи имеют самые высокие показатели дымообразующей способности на пределе тлеющего горения. Высокие показатели образования токсических веществ в газообразных выбросах горения стеблей гуза-паи, обусловлено тем, что в хлопковые поля вводятся огромное количество различных ядохимикатов, гербицидов и пестицидов, которые скапливаются в стеблях хлопчатника.

Термическое разложение материалов является определяющей стадией в процессе их горения. Как было установлено в работе [3], такие параметры, как температура разложения древесины, средняя скорость образования летучих продуктов, выход коксового остатка, жидкой и газовой фракций зависят от соотношения компонентов древесины. Так, например, температура начала разложения снижается, когда возрастает суммарное содержание гемицеллюлозы и экстрагируемых веществ по отношению к содержанию целлюлозы. Выход карбонизованного остатка растет с увеличением содержания лигнина. Выход жидкой, смолистой фракции (tar) зависит от участия в пиролизе холоцеллюлозы. По-видимому, именно она существенно влияет на образование дыма из-за относительно высокого содержания в древесине разных видов. Выявлено, что наибольший вклад в токсичность продуктов сгорания древесины вносит именно монооксид углерода. В режиме тлеющего горения древесины тополя выход CO в 70-240 раз превышал выход CO при пламенном горении. Нами изучено влияние вида и породы древесины на токсичность продуктов горения при действии внешнего радиационного теплового потока, проведена оценка выхода монооксида и диоксида углерода в режиме пламенного и тлеющего горения древесины. Объектом служили образцы стеблей хлопчатника, сосны и тополя. Из южного региона Узбекистана взяты образцы древесины карагача, дуба и саксаула. Определение показателя токсичности проводили газохроматографическим и аналитическим методом по ШНК 2.01.02-04. При испытании локальный источник зажигания не использовали. Наблюдаемая экстремальная зависимость показателя HCL_{50} обусловлена тем, что при определенной температуре происходит самовоспламенение. При пламенном горении токсичность продуктов горения древесины уменьшается. В режиме тления в диапазоне температуры 450-550°C токсичность продуктов горения образцов древесины самая высокая. Все разновидности древесины в этих условиях проявляют себя как высокоопасные по токсичности продукты горения, которые по стандарту ШНК 2.01.02-04 относятся к группе Т3.

С увеличением интенсивности теплового воздействия до температуры 700-750°C по токсичности продуктов горения древесина разных видов переходит в группу умеренно опасных материалов Т2. По сравнению с лиственными породами, независимо от места их произрастания, стебли гуза-паи и древесина сосны образует продукты горения с более высокой токсичностью. Обращает на себя внимание заметное различие показателей HCL_{50} образцов древесины саксаула и тополя, несмотря на относительно близкие значения их плотности. В то же время, по этому показателю образец карагача ($\rho=400 \text{ кг/м}^3$) ближе по характеру поведения к сосновой древесине ($\rho=450 \text{ кг/м}^3$). Напрашивается вывод, что не только структурные различия разных пород древесины, их плотность, но главным образом

химический состав древесины оказывает влияние на процессы, связанные с развитием горения этого материала.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать следующее заключение, что при выборе древесины для производства строительных конструкций необходимо учитывать показатели токсичности и дымообразующей способности дерева. При правильном выборе можно исключить многие нежелательные и негативные последствия пожаров.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Леонович А.А. Горение древесины. М.Химия. 1992 г. стр.342.
2. Миркамилов Т.М., Мухамедгалиев Б.А. Полимерные антипирены. Т.ТГТУ, 1996 г. стр.278.
3. Jonson R., Fenimore D. Fire and flammability woods. Jour.Amer.chem.soc. A.1999,3, 467 p.

УДК 519.71

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ В НОЧНОМ КЛУБЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ БАЙЕСОВСКИХ СЕТЕЙ

Задурова А.А., Джафаров Э.А., Попивчак И.И.

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Статья посвящена проблемам обеспечения пожарной безопасности в ночных клубах, рассмотрению вопросов целесообразности применения байесовских сетей для моделирования процесса эвакуации при пожарах в ночных клубах.

Ключевые слова: байесовские сети, эвакуация, ночной клуб, пожар, ациклический граф.

MODELING OF THE EVACUATION PROCESS DURING A FIRE IN A NIGHT CLUB BASED ON USING BAYESIAN NETWORKS

Zadurova A.A., Dzhafarov E.A., Popivchak I.I.

Abstract. The article is devoted to the problems of ensuring fire safety in nightclubs, considering the feasibility of using Bayesian networks for modeling the evacuation process in case of fires in nightclubs.

Keywords: bayesian networks, evacuation, nightclub, fire, acyclic graph.

Обеспечение безопасности людей в общественных зданиях – одна из сложнейших задач, которые решаются по сей день. Ночные клубы не являются исключением, поскольку учреждениям культуры такого рода характерно массовое скопление людей на довольно ограниченной территории, поэтому процессу эвакуации при пожарах в ночных клубах стоит уделить особое внимание.

На основе анализа крупнейших пожаров в ночных клубах мира можно сделать вывод, что наиболее распространенными причинами пожаров являются использование пиротехники и поджог, кроме того в подавляющем большинстве заведений не соблюдены нормы и правила пожарной безопасности [1]. Процессу эвакуации при пожарах в ночных клубах характерна высокая степень неопределенности. Чтобы ее минимизировать, необходимо его всестороннее изучение [2]. Затем на основе эмпирических исследований появляется возможность получить практические решения.

С целью повышения уровня безопасности людей в ночных клубах был проведен ряд исследований. Эти исследования направлены на изучение распространения пламени, особенности проектирования зданий ночных клубов, оценку времени эвакуации и принятие

решений в чрезвычайных ситуациях. Тем не менее до сих пор существует значительный недостаток проверенных эмпирических данных и практического опыта. Добавление неопределенности, непоследовательности и сложности катастрофических ситуаций, обосновывает потребность в мощном инструменте для моделирования процесса эвакуации при пожарах в ночных клубах. В этом отношении байесовские сети являются мощнейшим аппаратом для моделирования сложных проблем с большим масштабом неопределенности [3,4].

Байесовская сеть – это вероятностная графическая модель, которая служит для описания уровня неопределенности в различных чрезвычайных ситуациях, снижения вычислительной сложности, прогнозирования сложных явлений и принятия решений. Байесовскую сеть можно определить как ориентированный ациклический граф, состоящий из узлов и дуг, в которых узлы представляют случайные величины, а дуги иллюстрируют связи и отношения между этими узлами.

Чтобы разработать модель байесовской сети в любом программном обеспечении, первым шагом является определение переменных (узлов) и зависимостей (дуг). В рассматриваемом контексте узлами выступают факторы, влияющие на процесс эвакуации при пожаре в ночном клубе, например, максимальная вместимость здания ночного клуба, исправность пожарной автоматики, ширина путей эвакуации, загруженность путей эвакуации, физическое состояние людей, наличие паники и так далее, а дуги иллюстрируют взаимосвязь причин и следствий. Каждый узел имеет несколько состояний, каждое из которых может возникнуть с определенной вероятностью [5]. Для корневого узла (у которого нет родителей) определяются априорные вероятности. Также разрабатывается таблица условной вероятности каждого узла с родителями. На следующем этапе все значения вероятностей нормализуются в диапазоне от 0 до 1. При отсутствии точных данных о распределении вероятностей, они приводятся на основе предложений экспертов или с использованием данных об уже случившихся пожарах в ночных клубах.

Многократный запуск модели байесовской сети для процесса эвакуации при пожарах в ночных клубах позволит выявить факторы, которые оказывают большее влияние на время протекания процесса эвакуации. Применение полученной информации на практике позволит сократить число пострадавших и снизить материальный ущерб при пожарах в ночных клубах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Задурова А.А., Матвеев А.В., Смирнов А.С. Анализ пожаров на объектах с массовым пребыванием людей на примерах ночных клубов // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2020. – № 1. – с. 20-28.
2. Матвеев А.В. Организационные и методические аспекты обеспечения безопасности потенциально опасных объектов. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. – 144 с.
3. Таран В.Н. Байесовские сети при моделировании сложных систем // Всероссийская научная конференция по проблемам управления в технических системах. – 2017. – № 1. – С. 248-251.
4. Тулупьев А.Л., Николенко С.И., Сироткин А.В. Байесовские сети: логико-вероятностный подход. – СПб.: Наука, 2006. – 607 с.
5. Матвеев А.В., Попивчак И.И. Управление безопасностью персонала АЭС при пожаре // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2018. – № 3 (23). – С. 92-101.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСХОДА ДЫХАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СПАСАТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Захаров Д.Ю.¹, Шипилов Р.М.¹, Литов К.М.²

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России

Аннотация. В статье авторским коллективом представлена попытка определения объема расхода газовой дыхательной смеси газодымозащитников при выполнении работ различной степени тяжести с подключением условного пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства.

Ключевые слова: аппарат на сжатом воздухе, расход воздуха, газодымозащитник, условный пострадавший.

STUDY OF THE FLOW RATE OF THE RESPIRATORY MIXTURE WHEN USING A RESCUE DEVICE

Zakharov D.Y.¹, Shipilov R.M.¹, Litov K.M.²

¹Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»

²Ivanovo State Medical Academy

Abstract. In the article, the author's team presents an attempt to determine the volume of consumption of the gas-breathing mixture of gas-smoke defenders when performing work of various degrees of severity with the connection of a conditional victim to a breathing apparatus using a rescue device.

Keywords: compressed air device, air consumption, gas and smoke protection, conditional victim.

С целью защиты органов дыхания и зрения газодымозащитника от ингаляционного воздействия опасных и вредных факторов пожара применяются средства индивидуальной защиты (СИЗОД). В качестве основной задачи звеньев газодымозащитной службы (ГДЗС) при тушении пожаров в непригодной для дыхания среде (НДС) является, создание условий, которые необходимы для спасения людей, эвакуации культурных и материальных ценностей [1]. В целях создания безопасной работы звеньев ГДЗС выставляется пост безопасности, где ведется расчет времени прибытия газодымозащитников в непригодной для дыхания среде.

Для определения допустимых временных интервалов безопасного выполнения работ звеном ГДЗС поставленной задачи в НДС используются методические указания по проведению расчетов параметров работы в СИЗОД [6]. Однако, имеющаяся на данный момент методика не учитывает фактор применения спасательного устройства по предназначению. Выявленная проблема послужила основой проведения исследовательских работ.

Цель исследования: определение объема расхода газовой дыхательной смеси дыхательного аппарата на сжатом воздухе с учетом работы двух пользователей.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи исследования:

– определить методику выполнения упражнений имитирующих условия работ различной степени тяжести газодымозащитником;

– определить потребелние воздуха газодымозащитником при выполнении работ разной степени тяжести с учетом подключения условного пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства;

– произвести сравнительный анализ потребления воздуха газодымозащитником при выполнении работ разной степени тяжести с нормативными значениями показателей потребления воздуха;

– определить достоверность полученных результатов потребления воздуха газодымозащитником при выполнении работ разной степени тяжести.

На первом этапе исследования разработан комплекс тестовых испытаний, с помощью которых определялся расход газовой дыхательной смеси. Тестовые испытания проводились следующим образом, пользователь выполнял в первом упражнении ходьбу на месте, во втором упражнении подъем на ступеньку высотой 25 см, в третьем и четвертом упражнении осуществлялся подъем на ступеньку высотой 50 см. Время выполнения каждого упражнения составило 4 мин. Частота шагов определялась с помощью метронома (в первом упражнении 30 шагов в мин; во втором и третьем по 20; в четвертом 30 в минуту). Все упражнения выполнялись в автономном дыхательном аппарате [1]. При этом к дыхательному аппарату посредством спасательного устройства был подключен условный пострадавший, находившийся в статичном состоянии (стоя).

В ходе второго этапа исследования проводилась статическая обработка экспериментальных данных по расходу газовой дыхательной смеси с учетом работы двух пользователей.

Перед началом испытаний пользователи изучили руководство по эксплуатации СИЗОД, а все оборудование проверялось на исправность и правильность функционирования всех узлов и механизмов. На начальном этапе эксперимента перед выполнением упражнений проводилось измерение начального значения давления воздуха в дыхательном аппарате ($P_{нач}$). По окончании выполнения тестовых испытаний, также снимались показания остаточного давления воздуха дыхательного аппарата ($P_{кон}$) [2, 3]. Полученные результаты были внесены в формулу уравнения 1, для определения объема расхода газовой дыхательной смеси.

$$\bar{Q}_L = \frac{(P_{нач} - P_{кон}) \cdot V_0}{1,1 \cdot t}, \quad (1)$$

где 1,1 – коэффициент сжимаемости воздуха; V_0 – объем баллона ПТС «Профи»-М, t – время выполнения упражнения.

На основании полученных данных уравнения 1, были определены результаты объема расхода газовой дыхательной смеси при выполнении работ разной степени тяжести с учетом работы двух пользователей в дыхательном аппарате. Выявлен средний показатель расхода воздуха при выполнении работы легкой степени тяжести 37,38+13,17 л/мин; средней степени тяжести 72,45+6,36 л/мин; тяжелой степени тяжести 112,46+11,1 л/мин; очень тяжелой степени тяжести 162,8+15,41 л/мин.

Таблица 1. Сравнительного анализа объема расхода газовой дыхательной смеси

Степень тяжести выполняемой работы с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату	Нормальное значение объема расхода газовой дыхательной смеси, л/мин	\bar{Q}_L , л/мин
Легкая	12,5	37,38
Средняя	30	72,45
Тяжелая	60	112,46
Очень тяжелая	85	162,80

Достоверность полученных результатов объема расхода газовой дыхательной смеси двух пользователей при выполнении работ разной степени тяжести была определена с помощью критерия Шапиро-Уилка. Для определения уровня значимости $\alpha = 0,05$ и $n = 32$ по Критерию Шапиро-Уилка принимаем значение $W_{табл} = 0,930$. Таким образом полученное значение W , представленное в таблице 2 сравниваем с показателем $W_{табл} = 0,930$ на определение соответствия достоверности.

Таблица 2. Результаты экспериментальных исследований

Степень тяжести выполняемой работы с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату	$G_{\omega,л}$	$n \cdot m_2$	S^2	W
Легкая	13,17	5552,06	5319,725	0,958
Средняя	6,36	1296,77	1269,190	0,978
Тяжелая	11,10	3946,91	3865,797	0,979
Очень тяжелая	15,41	7607,61	7453,907	0,979

В ходе проведения исследования были дополнены упражнения направленные на имитацию выполнения работ различных степеней тяжести методом подключения двух пользователей к ДАСВ. С целью определения объема расхода газовой дыхательной смеси при выполнении работ разной степени тяжести был выявлен средний показатель расхода газовой смеси при выполнении работы легкой степени тяжести $37,38+13,17$; средней степени тяжести $72,45+6,36$; тяжелой степени тяжести $112,46+11,1$ и очень тяжелой степени тяжести $162,8+15,41$. Также был произведен сравнительный анализ объема расхода газовой дыхательной смеси, который показал следующие значения: в показателях легкой тяжести в 2,9 раза, средней тяжести в 2,4 раза; тяжелой – 1,8 раза и очень тяжелой в 1,9 раза. В конце исследования выявили достоверность полученных результатов при $W_{\text{табл}} = 0,930$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров Д.Ю. и др. Определение расхода воздуха при использовании спасательного устройства с дыхательным аппаратом на сжатом воздухе ПТС «Профи»-М // Современные проблемы гражданской защиты. – 2019. – №. 3 (32).
2. Гринченко Б.Б. и др. Экспериментальное исследование расхода воздуха при использовании спасательных устройств // Современные проблемы гражданской защиты. – 2019. – №. 3 (32).
3. Шипилов Р.М., Захаров Д.Ю., Литов К.М. Определение расхода дыхательных ресурсов при работе газодымозащитника с использованием пневмогидравлического привода гидравлического аварийно-спасательного инструмента // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – №. 2. – С. 122-130.

УДК 614.2: 621.3

ВОЗДЕЙСТВИЮ ТОКА ИСКУССТВЕННОЙ МОЛНИИ НА ПРОТИВОПОЖАРНУЮ СТОЙКОСТЬ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Захаров М.Э.

С.В. Рудаков, кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. В работе рассмотрено влияние тока искусственной молнии на противопожарную и электротермическую молниестойкости кабельно-проводниковой продукции.

Ключевые слова. пожаровзрывобезопасность, кабель, ток искусственной молнии.

THE IMPACT OF THE CURRENT OF ARTIFICIAL LIGHTNING ON THE FIRE RESISTANCE OF CABLE PRODUCTS

Zaharov M.E.

Rudakov S.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The paper considers the effect of artificial lightning current on the fire and electrothermal lightning resistance of cable and wire products.

Keywords: fire and explosion safety, cable, artificial lightning current

Одним из путей для надежной противопожарной защиты от прямого (косвенного) удара молнии электроэнергетических объектов (ЭЭО) и их инженерных сетей является обоснованный выбор кабельно-проводниковой продукции, устанавливаемой в их первичные и вторичные электрические цепи и отвечающей жестким условиям молниестойкости. Согласно требованиям действующих международных и национальных стандартов [1-6] при коротком ударе молнии в проводах и кабелях силовых цепей ЭЭО могут протекать импульсные токи положительной полярности амплитудой I_{mL} , имеющие аperiodическую временную форму $\tau_f/\tau_p=10$ мкс/350 мкс, где τ_f , τ_p – соответственно длительность фронта между уровнями $(0,1-0,9)I_{mL}$ и длительность импульса тока на уровне $0,5I_{mL}$. В [1-6] приведены нормированные амплитудно-временные параметры (АВП) и допуски на них для указанного аperiodического импульса тока молнии, соответствующие I–IV уровням защиты от молнии ЭЭО и их инженерных коммуникаций. При этом, для низшего IV уровня защиты от молнии ЭЭО набор АВП характеризуется следующими нормированными количественными значениями [1-7]: $\tau_p=350$ мкс (с допуском $\pm 10\%$); $I_{mL}=100$ кА (с допуском $\pm 10\%$); удельная энергия (интеграл действия тока молнии) $J_L=2,5 \cdot 10^6$ А²·с (с допуском $\pm 35\%$); протекший заряд $q_L=\pm 50$ Кл (с допуском $\pm 20\%$). Что касается численного значения τ_f , то оно при допуске $\pm 20\%$ носит согласно [1-7] второстепенный характер и может находиться в диапазоне $10 \text{ мкс} \leq \tau_f \leq 15 \text{ мкс}$. Кроме того, время $t_m \approx 1,6\tau_f$, соответствующее токовой амплитуде I_{mL} , по требованиям [1-5] не должно превышать 25 мкс, а по [6] – 50 мкс. В настоящее время отсутствуют методические и иные данные, которые можно использовать для указанного выбора проводов и кабелей электрических цепей ЭЭО, отвечающего существующим требованиям [1-6]. В этой связи проведение на высоковольтном сильноточном оборудовании экспериментальных исследований по определению противопожарной и электротермической молниестойкости кабельно-проводниковой продукции ЭЭО является актуальной научно-технической задачей.

Рассмотрим широко используемые в силовых электрических цепях ЭЭО провода и кабели с медными (алюминиевыми) жилами (экранами), поливинилхлоридной (ПВХ) и полиэтиленовой (ПЭТ) изоляцией. Для их электротермических испытаний на молниестойкость и пожаровзрывобезопасность используем прямолинейные опытные образцы (ОО) данных проводов (кабелей) длиной 0,5 м, жестко закрепляемые в сильноточной разрядной цепи генератора импульсного тока молнии (ГИТМ). В качестве ГИТМ выбираем созданный в 2014 г. в НИПКИ “Молния” НТУ “ХПИ” мощный высоковольтный генератор типа ГИТМ-10/350 [7].

На рис. 1 показан общий вид рабочего стола генератора типа ГИТМ-10/350.

Максимальное значение плотности тока в медной жиле ОО рассматриваемого кабеля составляло примерно $\delta_{m1} \approx I_{mL}/S_1 \approx 8,9$ кА/мм². Из полученных нами приближенных данных следует, что расчетное значение плотности тока $\delta_{m1d} \approx 8,2$ кА/мм² отличается от ее опытного значения $\delta_{m1d} \approx 8,9$ кА/мм² примерно на 8 %.

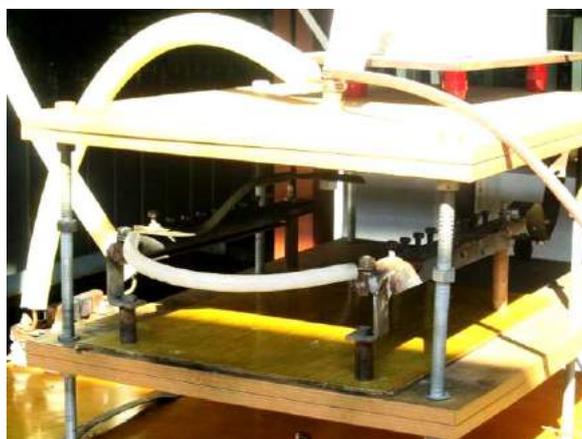


Рис. 1. Внешний вид рабочего стола мощного высоковольтного генератора типа ГИТМ-10/350

На рис. 2 представлена начальная стадия электрического взрыва (ЭВ) медной жилы сечением $S_1 \approx 3,2 \text{ мм}^2$ испытываемого в разрядной цепи генератора типа ГИТМ-10/350 ОО радиочастотного коаксиального кабеля марки РК 50-7-11 со сплошной ПЭТ изоляцией длиной 0,5 м. Обследование исследуемого ОО после его электротермического испытания указывает на полную сублимацию его меди из внутренней области поясной ПЭТ изоляции цилиндрической конфигурации радиочастотного коаксиального кабеля марки РК 50-7-11.



Рис. 2. Начальная стадия ЭВ медной жилы сечением $S_1 \approx 3,2 \text{ мм}^2$ ОО радиочастотного коаксиального кабеля марки РК 50-7-11

Таким образом, экспериментально установлено, что при решении актуальных прикладных задач пожаровзрывобезопасности электрических цепей к короткому удару грозовых разрядов в соответствии с требованиями действующих международных и национальных стандартов необходимо исходить из того, что предельно допустимая плотность импульса 15/335 мкс тока молнии в медных токоведущих частях их проводов (кабелей) с ПЭТ и ПВХ изоляцией численно составляет около $\delta_{m1d} \approx 9 \text{ кА/мм}^2$, а в алюминиевых токоведущих частях их проводов (кабелей) с ПВХ изоляцией – около $\delta_{m1d} \approx 6 \text{ кА/мм}^2$.

Из экспериментальных исследований на пожаровзрывобезопасность образцов кабельно-проводниковой продукции ЭЭО на высоковольтном генераторе импульсов тока искусственной молнии типа ГИТМ-10/350 следует, что критическая плотность ее импульса 15/335 мкс тока в медных токоведущих частях их проводов (кабелей) с ПЭТ и ПВХ изоляцией составляет примерно $\delta_{m1k} \approx 26 \text{ кА/мм}^2$, а в алюминиевых токоведущих частях их проводов (кабелей) с ПВХ изоляцией – примерно $\delta_{m1k} \approx 14 \text{ кА/мм}^2$.

3. Найденные опытные значения плотностей δ_{m1d} и δ_{m1k} нормированного согласно требований действующих международных и национальных стандартов импульса 15/335 мкс тока искусственной молнии в медных и алюминиевых токоведущих частях кабельно-проводниковой продукции электрических цепей ЭЭО будут при соответствующем выборе и установке с их учетом подобной продукции в силовых цепях ЭЭО способствовать повышению уровня их функциональной и противопожарной безопасности в условиях активной грозовой деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. IEC 62305-1: 2010 “Protection against lightning.– Part 1: General principles”.– Geneva, Publ. IEC, 2010.
2. IEC 62305-2: 2010 “Protection against lightning.– Part 2: Risk management”.– Geneva, Publ. IEC, 2010.
3. IEC 62305-3: 2010 “Protection against lightning.– Part 3: Physical damage to structures and life hazard”.– Geneva, Publ. IEC, 2010.
4. IEC 62305-4: 2010 “Protection against lightning.– Part 4: Electrical and electronic systems within structures”.– Geneva, Publ. IEC, 2010.

5. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р МЭК 62305-1– 2010. “Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1: Общие принципы”.– М.: Стандартинформ, 2011.– 46 с.
6. Deutsche Norm DIN EN 50164-1: 2008 (VDE 0185-2001). Blitzschutzbauteile.–Teil 1: Anforderungen an Verbindungsbauteile.– Berlin, Buchverlag DS, 2008.– 16 s.
7. Баранов М.И., Колиушко Г.М., Кравченко В.И., Рудаков С.В. Мощный высоковольтный генератор аperiodических импульсов тока искусственной молнии с нормированными по международному стандарту IEC 62305-1-2010 амплитудно-временными параметрами // Электротехніка і електромеханіка.– 2015.– №1.– С.51–56.

УДК 630.43

ЛЕСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПОЖАРЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ПЕРИОД С 2016 ПО 2020ГГ. И БОРЬБА С НИМИ

Зубань В.В., Арсланов А.М., Копченков В.Н., Полтавец Д.В., Григорьев А.В.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Аннотация. Проведенный анализ чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанных с лесными пожарами, позволяет оценить тенденции изменения количества лесных пожаров и материального ущерба от них. Данные анализа могут быть использованы для прогнозирования ЧС, а также принятия управленческих решений, направленных на совершенствование деятельности органов МЧС.

Ключевые слова: лесные пожары, материальный ущерб.

FOREST WILDFIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION IN THE PERIOD FROM 2016 TO 2020 AND THEIR CONTROL

Zuban V.V., Arslanov A.M., Kopchenov V.N., Poltavets D.V., Grigoriev A.V.

Abstract. The analysis of emergency situations (ES) associated with forest fires allows us to assess the trends in the number of forest fires and material damage from them. The data of the analysis can be used to predict emergencies, as well as to make management decisions aimed at improving the activities of the Ministry of Emergency Situations.

Keywords: forest fires, property damage.

Лесные пожары представляют собой неконтролируемое горение лесного массива, включая степные районы и горные местности. Они относятся к чрезвычайным ситуациям, приводящим к гибели людей и животных, разрушению экосистемы, ухудшению экологической обстановки и к большому экономическому ущербу.

В целях исполнения [3] в Российской Федерации соблюдаются следующие нормы и правила: участие в работе Комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности субъекта Российской Федерации и муниципальных образований; участие в формировании перечней территорий и объектов защиты, попавших в зону чрезвычайной ситуации; анализ паспортов пожарной безопасности населенных пунктов, паспортов безопасности территорий и опасных объектов и предписаний надзорных органов для оценки противопожарной защищенности указанных территорий; ведение реестра объектов, находящихся в возможной зоне распространения природных пожаров, в том числе остановивших производство; подготовка перечня предложений, направленных на дополнительную противопожарную защиту вышеуказанных объектов; принятие мер для максимального привлечения населения, казачества, молодежных движений

к работе по патрулированию населенных пунктов и объектов защиты, расположенных в зоне чрезвычайной ситуации, а также добровольных пожарных, личного состава воинских подразделений по оказанию посильной помощи при тушении природных пожаров; организация обмена информацией, координации действий органов государственной власти и органов местного самоуправления при возникновении природных пожаров; проведение мероприятий по контролю за организацией: 1)передачи сигналов оповещения о произошедшей чрезвычайной ситуации, доведения информации до населения; 2)информирования населения через средства массовой информации по обстановке и проводимых мероприятиях;3)проведения опашки горящего лесного массива, а также дополнительной опашки населенного пункта;4)установления естественных препятствий, выгодных для организации защитных рубежей или опорных линий для пуска встречного огня; 5)мер, направленных на запрет доступа граждан в лесные массивы, в том числе создания соответствующих постов на въездах в лесную зону; б)привлечения добровольных пожарных дружин и местного населения с ранцевыми огнетушителями и подручными средствами; участие в освещении в имеющихся средствах массовой информации проводимой работы, а также ответственности населения за нарушения требований пожарной безопасности в лесах и населенных пунктах; инициирование через органы местного самоуправления сходов граждан по вопросам экстренной эвакуации в пункты временного размещения; участие в патрулировании лесных массивов; оповещение населения с помощью "ОКСИОН", "КСЭОН", а также локальных систем оповещения; организация и проведение профилактических мероприятий по выполнению требований в области защиты населений и территорий от чрезвычайных ситуаций; применение мер, предусмотренных законодательством Российской Федерации по пресечению нарушений требований в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в том числе выдача предостережений о недопустимости нарушения обязательных требований.

Примечание. Операция "ЧС, вызванная лесными пожарами" проводится в случае введения в установленном порядке чрезвычайной ситуации, связанной с лесными пожарами, угрожающими безопасности населения.

Рассмотрим обстановку с лесными пожарами в Российской Федерации за период времени с 2016 по 2020 год (данные сведения получены по электронной базе данных учета чрезвычайных ситуаций и их последствий, сформированной в соответствии с приказом [1,2]).

На рисунке 1 показано количество лесных пожаров в Российской Федерации с 2016 по 2020 гг. по федеральным округам. Наибольшее число лесных пожаров произошло в Приволжском федеральном округе (далее ФО) и составило 17 единиц, следом идет Южный ФО с показателем 13 единиц, за ним Центральный ФО с 6 единицами, Сибирский ФО с 4 единицами, Дальне-Восточный ФО с 2 единицами и Уральский ФО с 1 единицей, в Северо-Западном и Северо-Кавказском ФО лесных пожаров в данном временном интервале не зафиксировано. В целом в Российской Федерации зафиксировано 43 крупных лесных пожара в период времени с 2016 по 2020 годы.

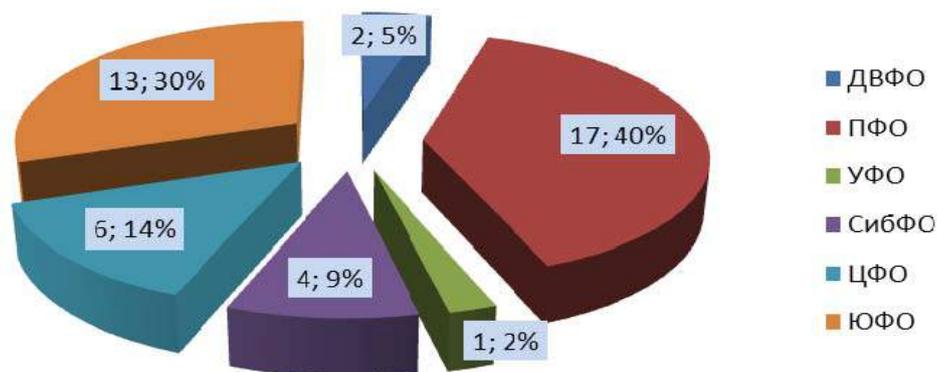


Рисунок 1. Количество лесных пожаров в Российской Федерации с 2016 по 2020 гг. по федеральным округам

На рисунке 2 представлено распределение материального ущерба от природных пожаров в Российской Федерации по федеральным округам с 2016 по 2020 гг. в млн. руб.

Наибольший Материальный ущерб закрепился за Южным ФО и составил 3899,18 млн. рублей, далее идет Сибирский ФО с ущербом в 1032,00 млн. рублей, за ним Дальне-Восточный ФО с ущербом в 841,96 млн. рублей, следом Уральский ФО с ущербом 81,33 млн. рублей, затем Центральный ФО с ущербом 64,27 млн. рублей, и Приволжский ФО с ущербом в 4,35 млн. рублей, в Северо-Западном и Северо-Кавказском ФО материальный ущерб от лесных пожаров отсутствует. В целом в Российской Федерации зафиксировано материальный ущерб от лесных пожаров в размере 5923,09 млн. рублей в период времени с 2016 по 2020 годы.

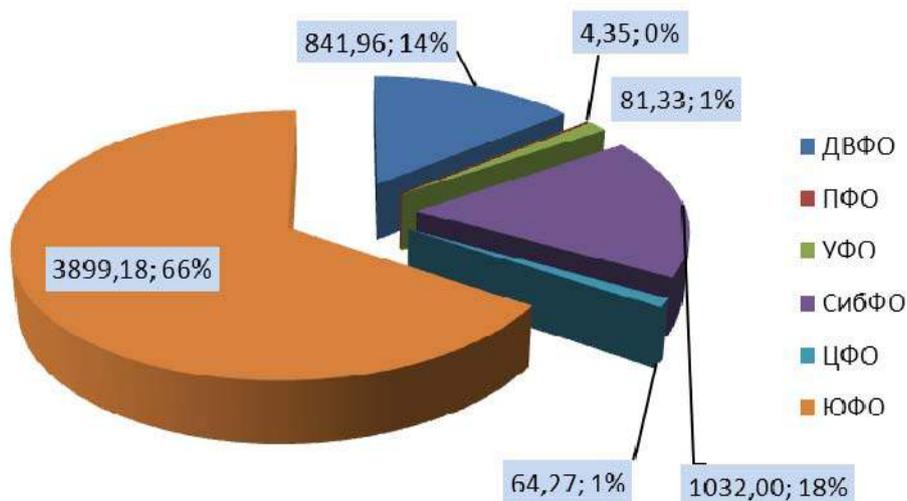


Рисунок 2. Материальный ущерб от природных пожаров в Российской Федерации по федеральным округам с 2016 по 2020 гг. в млн. руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ МЧС РФ от 30.12.2003 № 774 «О возложении на ВНИИПО работ по сбору данных по ЧС».
2. Приказ МЧС РФ от 8.07.2004 № 329 «Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях».
3. Распоряжение МЧС России от 10.10.2016 N 448 О реализации мероприятий профилактических операций.

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА ИНДИКАТОРНЫХ ГАЗОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ОЧАГА ТЕРМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Зубчик А.В.

Олейник В.В., кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины.

Аннотация. При самонагревании растительного сырья из него генерируются в зависимости от температуры различные газы (индикаторные). Установлено, что по величине градиента нарастания концентрации смежных (по температуре появления) индикаторных газов можно более точно указать диапазон максимальной температуры очага термической активности.

Ключевые слова: самонагревание, самовозгорание растительного сырья, индикаторные газы, температура очага, интенсивности газовыделения, градиента нарастания концентрации, модель температурного поля.

POSSIBILITIES OF THE METHOD OF INDICATOR GASES IN DETERMINING THE PARAMETERS OF THE FOCUS OF THERMAL ACTIVITY OF VEGETABLE RAW MATERIALS

Zubchik A.V.

Oleinik V.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

National University of Civil Protection of Ukraine

Abstract. When self-heating plant raw materials, various gases (indicator gases) are generated from it depending on the temperature. It has been established that the magnitude of the gradient of the increase in the concentration of adjacent (in terms of the temperature of appearance) indicator gases can more accurately indicate the range of the maximum temperature of the focus of thermal activity.

Keywords: self-heating, spontaneous combustion of plant raw materials, tracer gases, hotbed temperature, gas emission intensity, concentration gradient, temperature field model.

При самонагревании и самовозгорании растительного сырья (РС) из него генерируются в зависимости от температуры различные газы (CO_2 , CO , CH_4 , H_2), которые получили название индикаторных. На измерении изменения интенсивности их концентрации основан метод раннего обнаружения процессов термической активности, протекающих в растительном массиве [1]. Однако с помощью метода индикаторных газов можно получить информацию о диапазоне максимальной температуры очага самонагревания (самовозгорания) и о приблизительных его размерах.

Каждый индикаторный газ начинает выделяться при определенной температуре (рис.1). Следовательно, наличие в газовой пробе определенной совокупности индикаторных газов несет информацию о диапазоне, в котором находится максимальная температура очага (табл.1).

Диапазон температур может быть разбит на участки, на которых изменение удельной интенсивности газовыделения газов описывается линейной или полиномиальной зависимостями, т.е. участки с плавным и стремительным изменением газовыделения. Из этого следует, что по величине градиента нарастания концентрации смежных (по температуре появления) индикаторных газов можно более точно указать диапазон максимальной температуры очага термической активности.

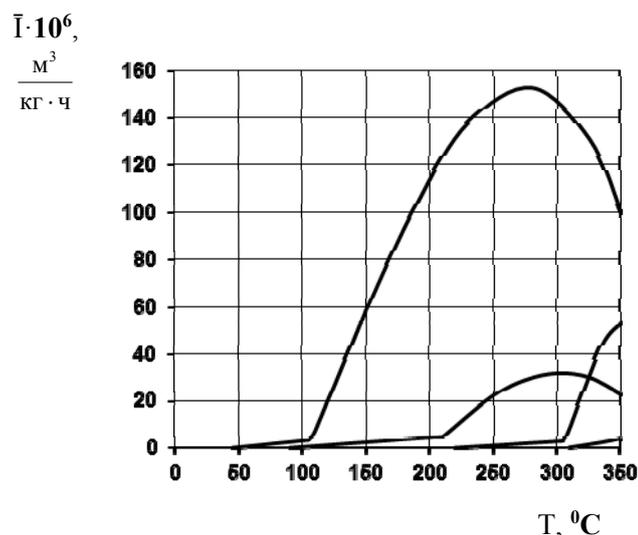


Рисунок 1 – Изменение удельной интенсивности газовыделения индикаторных газов от температуры.

Таблица 1 – Диапазон максимальной температуры очага в зависимости от состава атмосферы надсилосного пространства

Индикаторные газы	Температурный диапазон, °С		
	шрот	пшеница	ячмень
CO ₂	до 90	до 160	до 210
CO ₂ +CO	90 - 220	160 - 300	210 – 270
CO ₂ +CO+CH ₄	220 - 305	300 - 425	свыше 270
CO ₂ +CO+CH ₄ +H ₂	свыше 305	выше 425	-

Экспериментальные данные для шрота подсолнечного, пшеницы и ячменя приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Диапазон максимальной температуры очага в зависимости от градиента нарастания концентрации индикаторных газов

Изменение концентрации индикаторных газов	Температурный диапазон, °С		
	шрот	пшеница	ячмень
CO _{2 п}	до 90	до 160	до 210
CO _{2 п} +CO _п	90 - 105	160 - 185	210 – 230
CO _{2 с} +CO _п	105 - 210	185 - 220	230 - 245
CO _{2 с} +CO _с	210 - 220	220 - 300	245 - 270
CO _{2 с} +CO _с +CH _{4 п}	220 - 305	300 - 425	свыше 270
CO ₂ +CO+CH ₄ +H ₂	свыше 305	выше 425	-

Индексы **п** и **с** соответственно обозначают плавное (линейное) и стремительное изменение концентрации индикаторных газов.

Зная форму очага и его месторасположение, можно приблизительно определить его геометрические параметры. Форму очага и его месторасположение легко установить, например, используя систему термометрирования [2].

Исходя из модели температурного поля (рис. 2), определив возможный диапазон температур очага, можно рассчитать изменение концентрации одного из индикаторных газов генерируемых пассивной областью и активной, знание которых позволяет обозначить границы активной области очага $r_{0 \max}$ и $r_{0 \min}$ [3]. Под r_0 понимаем радиус сферического или линейного очага или половину толщины плоского очага термической активности.



Рисунок 2 – Модель температурного поля

ЛИТЕРАТУРА

1. Єлізаров В., Альбоцій В., Муравйов С. Метод раннього виявлення займання рослинної сировини в силосах елеваторів // Бюлетень пожежної безпеки (науково-технічні проблеми та рішення), № 2. – К.: Академія наук пожежної безпеки України, 1999.- С. 39-40.
2. Провести дослідження і розробити рекомендації щодо ліквідування процесів горіння в силосі елеватора: Отчет о НИР / УкрНИИПБ МВД України. - № ГР 0199U003333 - К.- 2000.
3. Заявка № 98126550 Україна МКВ⁶ G 08 B 17/06. Спосіб виявлення осередку займання / Альбоцій В.М., Єлізаров В.В., Муравйов С.Д., Данільченко В.А. (Україна). - рішення про видачу патенту від 23.11.1999 р.

УДК 351.814

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ПОДТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ ПРИ АВАРИИ НА ВОДОЕМЕ КАРЬЕРНОГО ТИПА

Зязюля У.В.

Касперов Г.И., кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы, связанные с оценкой опасности подтопления территории грунтовыми водами. Приведены параметры, которые характеризуют основные показатели опасности.

Ключевые слова: опасность; подтопление; риск.

THE ASSESSMENT OF SUBSOIL WATERLOGGING EMERGENCY RISKS AT QUARRY LAKES

Zyazyulya U.V.

Kasperov G.I., PhD, Associate Professor

Belarusian State Technological University

Abstract. The article discusses topical issues related to the assessment of emergency risks of subsoil waterlogging at quarry lakes. The parameters that characterize the main emergency indicators are given.

Keywords: emergency, waterlogging, risk

При оценке степени опасности и риска от процесса подтопления указывается на необходимость выявления воздействия на территорию негативных процессов: подтопления и других наведенных им опасных геологических процессов.

При помощи интегральной оценки опасности подтопления составляется карта опасности. В качестве показателей опасности территории принимаются следующие параметры:

1. Положения уровня грунтовых вод, вызывающее процесс подтопления территории;
2. Изменения качества грунтовых вод, приводящее к загрязнению подземных вод, изменению их агрессивности к железобетонным и металлическим конструкциям;
3. Изменение физико-механических свойств грунтов, приводящее к дополнительным осадкам или просадкам, снижению несущей способности грунтов.

По каждому показателю степень опасности принимается отдельно.

Первый показатель в данной методике зависит от типа застройки территории. Степень опасности принимается большой, средней и малой и в зависимости от ее величины ей присваивается код 3, 2, 1 соответственно.

Второй показатель является более сложным, в связи с тем, что он определяется большим набором химических, биологических и других компонентов. Он выбирается на основании таких факторов как:

1. Превышения ПДК в грунтовых водах;
2. Превышение ПДК в подземных водах, используемых для водоснабжения;
3. Изменение агрессивности грунтовых и подземных вод;
4. Степень засоления грунтов.

Степень опасности показателя выбирается по фактору, характеризующемуся большей степенью опасности, принимается большой, средней и малой и в зависимости от ее величины ей присваивается код 3, 2, 1 соответственно.

Третий показатель принимается в зависимости от факторов опасности (снижение несущей способности грунтов, наличие особых пород) и принимается по фактору, который имеет место на данной территории и характеризуется наибольшей степенью опасности. Так же, как и два предыдущих фактора, он принимается большой, средней и малой степени опасности и ему присваивается код 3, 2, 1 соответственно. Далее для каждой территории создается код опасности, например, 1371 и принимается коэффициент опасности (l_0). Он характеризует опасность подтопления территории в виде доли (вероятности) от наиболее неблагоприятной обстановки. Если один из трех показателей равен 0, это указывает на то, что он не оказывает влияние на степень опасности подтопления и не участвует при подтоплении территории. Показатель «0» принимается при $H \geq H_{пр}$, где $H_{пр}$ – глубина залегания грунтовых вод, при которой показатели не действуют. Величина $H_{пр}$ для показателей, применяемых в методике, различна и обоснована специальными исследованиями. При отсутствии обоснования она определяется по формуле (1):

$$H_{пр} = H_{кр} + ДН \quad (1)$$

где $H_{кр}$ – норма осуществления, принимаемая в зависимости от характера застройки рассматриваемой территории (табличная величина) [1];

$ДН$ – поправка к норме осушения $H_{кр}$. (табличная величина).

Кроме указанных показателей опасности подтопления могут быть и другие показатели опасности, которые следует учитывать, например, повышение сейсмичности, оползни и др. В этом случае требуется введение поправки к коэффициенту опасности, определяемому по формуле (2):

$$l_c = b_c \cdot l_0, \quad (2)$$

где l_c – коэффициент опасности подтопления территории при изменении сейсмичности территории;

b_c – поправочный коэффициент (табличная величина).

Аналогичным образом и при оценке опасности других показателей. В данной методике при районировании территории по степени опасности подтопления выделяется три степени: малая степень опасности ($l_0 \leq 0,3$), умеренная степень опасности ($0,3 < l_0 \leq 0,6$), высокая степень опасности

ЛИТЕРАТУРА

1. СНИП II 52–74 Сооружения мелиоративных систем – URL: http://www.snip-info.ru/Snip_2_06_03–85.htm. (дата обращения 23.11.2019).

УДК 351.814

ПРИМЕНИМОСТЬ ТЕРМИНА «РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ» ДЛЯ ВОДОЕМОВ КАРЬЕРНОГО ТИПА

Зязюля У.В.

Касперов Г.И., кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с оценкой риска возникновения чрезвычайных ситуаций. Приведены параметры, которые характеризуют основные показатели опасности.

Ключевые слова: риск; водный объект; оценка риска.

APPLICABILITY OF THE TERM "EMERGENCY SITUATION RISK" FOR QUARRY LAKES

Zyazyulya U.V.

Kasperov G.I., PhD, Associate Professor

Belarusian State Technological University

Abstract. The article discusses issues related to the assessment of emergency situations risk. The parameters that characterize the main emergency indicators are given.

Keywords: risk; water body, risk assessment

Существуют различные трактовки и определения термина «риск» и «оценка риска» как в отечественной, так и зарубежной литературе. По мнению Коффа Г.Л. и Чесноковой И.В. [1] в буквальном переводе «риск» означает принятие решения, результат которого неизвестен и может быть небезопасен.

Первой концепцией, в соответствии с которой осуществлялось обеспечение безопасности и определение риск-ситуаций, являлась концепция так называемого «оправданного риска» (ALAPA – as low as practically achievable [2]), которая стремилась достичь настолько низкого уровня риска, насколько это практически достижимо в конкретных условиях.

Первые понятие «риск» появилось в европейских языках в конце XV века и основными сферами его применения были мореплавание и морская торговля, морское страхование в конце XVI века стало одной из первых технологий управления риском. Затем как отмечает Воробьев Ю.Л. и др. [3] в своей монографии, данное понятие стало использоваться в сфере науки и культуры.

По мнению Коффа Г.Ф. и Чесноковой И.В. риск является событием с отрицательными, особо невыгодными последствиями, которые возможно наступят в будущем в какой-то

момент в неизвестных размерах [1]. По мнению данных исследователей, содержание риска и степень вероятности риска определяют и границы страховой защиты. Г.А. Моткин в своей монографии [4] рассматривает многообразие определений – от понятия риска как вероятности до определения его как вида возможных потерь. При анализе работ Маршала В., Еременко В.А., Сутокского И.В., Муромуева Ю.Л., Гидаспова Б.В., Бешелева С.Д., Потехина Г.С., Айвазяна С.А., Барда И., Зака Ш., Де Грота М., Васильева В.И., Хенли Е.Дж., необходимо остановиться на определении предложенном Горским В.Г., Акимовым В.А., Радаевым Н.Н., Лесных В.В., поскольку они рассматривают риск как двумерную величину, включающую как вероятность наступления нежелательного случайного события, так и связанные с этим событием потери [1].

В работах Горского В.Г., Моткина Г.А., Швецово-Шиловской Т.Н., Курочкина В.Е., Воробьева Ю.Л., Акимова В.А., Лесных В.В., Радаева Н.Н. риск рассматривается с двух позиций: объективной и субъективной. Объективное существование риска авторы связывают с вероятностной сущностью многих природных, социальных и технологических процессов, которые образуют сложные системы. Функционирование и развитие данных систем основывается на статистических вероятностных законах. В данном контексте понятие «риск» выступает как синоним понятия «опасность» [4, 5, 6]. Однако данный подход не может быть применим ко всем сложным системам.

При анализе работ Маршала В., Еременко В.А., Сутокского И.В., Муромуева Ю.Л., Гидаспова Б.В., Бешелева С.Д., Потехина Г.С., Айвазяна С.А., Барда И., Зака Ш., Де Грота М., Васильева В.И., Хенли Е.Дж., необходимо остановиться на определении предложенном Горским В.Г., Акимовым В.А., Радаевым Н.Н., Лесных В.В., поскольку они рассматривают риск как двумерную величину, включающую как вероятность наступления нежелательного случайного события, так и связанные с этим событием потери [1, 6].

Рассматривая водохранилища как сложные природно-технические системы в работах Трофимова А.М., Котлякова В.М. и др. [7] отмечается, что риск аварий на водных объектах различного типа существует всегда и определенный уровень риска заложен в нормы их безопасности. Авторы подчеркивают, что важно знать какой уровень риска или безопасности приемлем, и обеспечивает достижение максимальной выгоды при минимальной опасности. Наиболее подробно толкование термина «риск чрезвычайных ситуаций» применительно к повреждениям гидротехнических сооружений представлено в работе Малик Л.К. [8].

Для структурирования выбора данного термина применительно к гидродинамически-опасным объектам Республики Беларусь было выделено три направления (группы определений), которые характеризуют отношение различных исследователей к данной проблеме.

В первую группу относятся определения, которые рассматривают риск с точки зрения страхования от проявления его негативных процессов [1, 9, 10].

Ко второй группе относятся определения, которые под термином риск понимают только величину ущерба от проявления негативных последствий, либо вероятность наступления неблагоприятных факторов чрезвычайных ситуаций [1, 4, 8, 9].

В третью группу были отнесены определения, которые включают в себя две и более составляющих: вероятность наступления неблагоприятных факторов, возможный ущерб от их проявления, либо произведение вероятности на возможный (ожидаемый) ущерб [10, 13].

ЛИТЕРАТУРА

1. Кофф Г.Л., Чеснокова И.В. Информационное обеспечение страхования от опасных природных процессов (на примере землетрясений). – М. : ПОЛТЕКС, 1998. – С. 12–15.
2. Егоров А.Ф., Савицкая Т.Ф. Управление безопасностью химических производств на основе новых информационных технологий. – М.: «Химия», «Колос С», 2004. – 416 с.
3. Воробьев Ю.Л. Катастрофы и общество. – М. : ООО «Контакт-Культура», 2000. – С. 284–288.
4. Моткин Г.А. Основы экологического страхования. – М.: Наука, 1996. – 192 с.
5. Рогозин, А. В., Современные методы и проблемы количественной оценки и управления природными рисками // Оценка и управление природными рисками: материалы

- Всероссийской конференции «Риск–2003». – М.: издательство Российского университета дружбы народов, 2003. – Т.1. С. 350–354.
6. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. – М.: Деловой экспресс, 2004. – С.12–17.
 7. Трофимов А.М. [и др.] Социально-экономическая концепция приемлемого риска // Известия РГО. – 2000. – Т. 132, вып. 3. – с. 22–28.
 8. Малик Л.К. Факторы риска повреждения гидротехнических сооружений. Проблема безопасности. – М.: Наука, 2005. – 354 с.
 9. Стихийные природные процессы: страхование их последствий / Стихийные природные процессы: географические, экологические и социально-экономические аспекты; под общ. ред. В.М. Котлякова. – М.: НЦ ЭНАС, 2002. – С.68–73.
 10. Хохлов Н.В. Управление риском. – М.: Юнити, 1999. – 142 с.
 11. Курбатова А.С., Мягков С.М., Шныпарков А.Л. Природный риск для городов России. М.: НИИПИ экологии города – 1997. – 240 с.
 12. Рогозин А.В. Десятилетие анализа природных рисков России: прошлое, настоящее, будущее. // Оценка и управление природными рисками: материалы Общероссийской конференции «Риск–2000» – М., 2000. – С. 206–210.

УДК 532.516

УСЛОВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Ивасюк Р.М.

Харышын Д.В., кандидат технических наук

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности,

Анотация. В работе исследование реологические свойства неньютоновских жидкостей которые определяются степенным законом Освальда де Вилля. Предложено формулу, которая описывает критическое число Рейнольдса для степенных жидкостей.

Ключевые слова: неньютоновская жидкость, числа Рейнольдса, свойства нефти.

Одной из задач гидравлических расчетов комплекса трубопроводных систем является определение потерь напора жидкости. Методика для расчета выбирается в зависимости от режима движения жидкости (ламинарный, турбулентный). Условия перехода от ламинарного режима движения к турбулентному для ньютоновских жидкостей изучены достаточно хорошо. Для неньютоновских жидкостей, в частности, степенных, определение критического числа Рейнольдса, при котором происходит смена режимов движения жидкости, требует дальнейших исследований. Данная задача является весьма актуальной, поскольку нефть, транспортируемая по трубопроводам, имеет ярко выраженные неньютоновские свойства и поэтому относится к степенным жидкостям и может быть описана законом Освальда де Вилля [2]:

$$\tau = K \left(\frac{du}{dy} \right)^n, \quad (1)$$

где τ – напряжение сдвига, K – консистентная постоянная; $\left(\frac{du}{dy} \right)$ – градиент скорости,

n – индекс течения. Для нефти Кохановского месторождения (Львовская область) $K=0,514-0,685$ Па·с, $n=0,7-0,74$ [2].

Учитывая реологические особенности степенных жидкостей, число Рейнольдса представляют в виде [1, 3]:

$$\text{Re} = \frac{2^{n+3} V^{2-n} \rho R^n}{K \left(\frac{6n+2}{n} \right)^n}, \quad (2)$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м³; R – радиус трубопровода.

Известно, что ламинарный режим движения жидкости перестает существовать при условии, что силы ускорения вихрей будут близкими к некоторому числу, которое кратное величине сил вязкого трения. Руан и Джонсон в качестве критерия изменения режимов предложили использовать критерий Z , который для одномерного течения в цилиндрической трубе записывают в виде [3]:

$$Z = \rho \frac{d(U_x^2)}{dx} \frac{dr}{dp} \quad (3)$$

Таким образом для ньютоновской жидкости было получено, что максимальное значение критерия Z_{\max} находится на некотором расстоянии $r = \frac{R}{\sqrt{3}}$ от оси трубопровода.

Принимая во внимание, что $\text{Re}_{\text{кр}} = 2100 - 2320$ для критерия Z можно получить его критическое значение $Z_{\text{кр}}^* = 2100 \sqrt{\frac{4}{27}} \dots 2320 \sqrt{\frac{4}{27}} = 808 \dots 893$. Для течения степенной

жидкости максимальное значение критерия Z принимает на расстоянии $r = R(1/(n+2))^{\frac{n}{n+1}}$ от оси трубы и определяется зависимостью:

$$Z_{\max} = \frac{\rho R^2 (3n+1)^2}{808 n} \left(\frac{1}{n+2} \right)^{\frac{n+2}{n+1}} \left(\frac{Q}{\pi R^3} \right)^2 \quad (4)$$

При критическом значении критерия $Z_{\text{кр}}=808$ касательные напряжения на стенке трубы:

$$\tau_{\text{ст.кр}} = \frac{\rho R^2 (3n+1)^{2n}}{808 n} \left(\frac{1}{n+2} \right)^{\frac{n+2}{n+1}} \left(\frac{Q}{\pi R^3} \right)^2 \quad (5)$$

В тот же время, согласно закону Гагена-Пуазейля [2] напряжения на стенке трубы равно:

$$\tau_{\text{ст}} = K \left(\frac{3n+1}{n} \right)^n \left(\frac{Q}{\pi R^3} \right)^n \quad (6)$$

Построив графики зависимости $\tau_{\text{ст.кр}}$ и $\tau_{\text{ст}}$ от $\left(\frac{Q}{\pi R^3} \right)$, можно получить значение расхода, при котором произойдет смена режимов движения. Однако такой метод определения условий изменения режимов движения является неудобным. Поэтому из зависимостей (2), (5) и (6) было получено следующее выражение для критического значения числа Рейнольдса, который целесообразно использовать при течении степенных жидкостей:

$$\text{Re}_{\text{кр}} = 6464 \frac{n^{n-1} (n+2)^{\frac{n+2}{n+1}}}{(3n+1)^{n+1}} \quad (7)$$

Выводы. На примере нефти Кохановского месторождения показано, что ее реологические свойства определяются степенным законом Освальда где Виля. Предложено формулу, которая описывает критическое число Рейнольдса для степенных жидкостей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лещій Н. Перехід від ламінарного до турбулентного режиму руху для чистов'язких степеневих рідин / Лещій Н., Желяк В. // Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація. Вісник НУ"ЛП" – Львів: НУ"ЛП", 2000. – №404. – С. 19 – 23.
2. Хоггас Башир. Особенности течения вязких и аномально-вязких жидкостей в потоках, с изменяющимся по их длине расходом: дис. к. т. н.: 05.23.16 / Хоггас Башир. – К., 2012. – 168 с.
3. Яхно О.М. Гідравліка неньютонівських рідин / О.М. Яхно, В. І. Желяк. – Київ: Вища школа, 1995. – 194 с.

УДК 614.847.12

АДАПТИВНОСТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ НОРМАТИВОВ К РАБОТЕ С ВЫДВИЖНОЙ ТРЕХКОЛЕННОЙ ЛЕСТНИЦЕЙ

Казанцев С.Г.

Шипилов Р.М. кандидат педагогических наук, доцент
Смирнов В.А. кандидат педагогических наук, доцент

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Приведено научное обоснование разработанных дополнительных нормативов для личного состава при выполнении упражнения «Подъем по установленной выдвижной лестнице в окно 3-го этажа учебной башни» с помощью практического пожарного теста, в рамках внедренной многоуровневой модульной системы обучения, контроля и анализа практических умений и навыков в области проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Ключевые слова: практический пожарный тест, выдвижная лестница, норматив, прикладное упражнение, аварийно-спасательные работы, методика подготовки.

ADAPTABILITY OF ADDITIONAL REGULATIONS FOR OPERATION WITH EXTENDABLE LADDER

Kazantsev S.G.

Shipilov R.M. PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Smirnov V.A. PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»

Abstract. Given a scientific justification of developed additional standards for personnel in the exercise «climbing the retractable ladder installed in the window of the 3rd floor of the training tower» with the help of a practical fire test in the framework of the integrated multi-level modular system of training, control and analysis of practical skills in the field of rescue and firefighting in firefighting and rescue Academy Ivanovo state fire service of EMERCOM of Russia.

Keywords: practical fire test, retractable ladder, standard, applied exercise, emergency rescue operations, training methods.

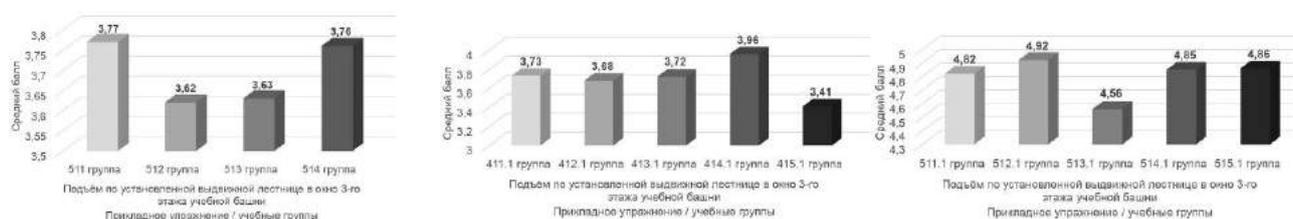
Основой профессиональной подготовки обучающихся образовательных организаций МЧС России является не только физическая, но и техническая подготовленность [1, 2, 3, 4]. Именно от уровня подготовленности личного состава на учебно-тренировочных занятиях в системе профессиональной подготовки зависит успешность выполнения служебных и боевых задач [5, 6]. Проведенные на базе Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России исследования [7], позволяют говорить о том, что существуют достаточно серьезные объективные проблемы, связанные с недостаточностью изучением вопросов, связанных с организацией и проведением учебно-тренировочных занятий, в частности с методикой выполнения упражнений с выдвижной лестницей (далее – ВЛ) [8].

С целью повышения уровня практических умений и навыков обучающихся академии, а также уровня, приобретаемых ими профессиональных компетенций в области проведения аварийно-спасательных работ (АСР) профессорско-преподавательским составом академии разработан единый механизм к организации и контролю учебно-тренировочных занятий, который получил название практический пожарный тест [9, 10]. Практический пожарный тест включил в себя все виды испытаний, необходимых для практической подготовки обучающихся. Он позволил получить достоверные и объективные оценки уровня практических умений и навыков, а также выявить пробелы в практической подготовке обучающихся. Это и послужило причиной разработки дополнительных нормативов для личного состава при работе с ВЛ.

Практика показывает, что прикладное упражнение с ВЛ является достаточно сложным не только в освоении, но и в исполнении. Данное упражнение по виду локомоции является не только сложным в плане проявления выносливости и скоростно-силовых показателей обучающихся, но и сложно-координированным по выполнению. Это позволило нам прийти к выводу о необходимости внесения корректировок в методику подготовки обучающихся с ВЛ. Для этого были разработаны дополнительные нормативные задания в упражнении с ВЛ [11]. Данная методика была внедрена в образовательный процесс академии.

В течение 2-х лет, с октября 2019 года по октябрь 2020 года, на базе Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (академии) с помощью практического пожарного теста проводилось исследование с целью определения эффективности использования разработанных дополнительных нормативов для личного состава при выполнении упражнения «Подъем по установленной выдвижной лестнице в окно 3-го этажа учебной башни».

В исследовании приняли участие 137 обучающихся курса № 41.1 (2019-2020 уч. год) и этот же набор 134 обучающихся курса № 51.1 (2020-2021 уч. год), а также 120 обучающихся курса № 51 (2019-2020 уч. год). Возраст обучающихся составил от 20 до 21 года (рис.1).



Выполнение прикладного упражнения 51 курсом в 2019-2020 учебном году

Выполнение прикладного упражнения 41.1 курсом в 2019-2020 учебном году

Выполнение прикладного упражнения 51.1 курсом в 2020-2021 учебном году

Рис. 1 Выполнение прикладного упражнения «Подъем по установленной выдвижной лестнице в окно 3-го этажа учебной башни» участниками исследования

Анализ полученных данных позволяет говорить о том, что оценка в упражнении с ВЛ на курсе № 51.1 (2020-2021 уч. года) показала достаточно высокое значение – 4,8, по сравнению с предыдущим годом обучения курсом № 41.1 (2019-2020 уч. год) – 3,7 и курсом № 51 (2019-2020 уч. год) – 3,7. Разница в значениях между курсом № 51 (2019-2020 уч. год) и курсом 51.1 (2020-2021 уч. года) составила 1,1 балла, что является хорошим

показателем и свидетельствует об эффективности использования дополнительных нормативных заданий. Эта же разница в 1,1 балла характерна и для сравнения курса 41.1 (2019-2020 уч. год) и курса № 51.1 (2020-2021 уч. года). Однако данные показатели в расчет не берем, так как курсанты переходя с одного курса на другой при занятиях по работе с ручными пожарными лестницами повышают уровень своей технической подготовленности.

Детальный анализ данных значений показал, что оценки колеблются от значения 4,56 (средняя оценка 513.1 учебной группы) до значения 4,92 (средняя оценка 512.1 учебной группы). Всего же в упражнении с ВЛ на курсе № 51.1 количество оценок «отлично» составило 83,6%, оценок «хорошо» – 13,3%. Что касается курса № 41.1, то количество оценок «отлично» составило 10,2%, оценок «хорошо» – 51,1%.

В процессе исследования курсанты показали высокий уровень подготовленности к работе с ВЛ. Это связано в первую очередь с разработанными и внедренными нами в учебно-тренировочный процесс академии экспериментальных дополнительных нормативов, которые экспериментально обосновали их эффективность.

Следует отметить, что в проведенном нами исследовании, для расчета показателей оценки контрольных нормативов, нами приняты среднестатистические результаты, которые не учитывают индивидуальные особенности курсантов. Тем не менее, мы можем говорить о том, что данный подход в работе с ВЛ может быть использован для каждого курсанта индивидуально.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашкинази С.М. К вопросу о совершенствовании процесса физической подготовки сотрудников образовательных учреждений Государственной противопожарной службы МЧС России / С.А. Ашкинази, Р.М. Шипилов, Б.В. Кузнецов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта – 2016. – № 1 (131). С. 18-22.
2. Шарабанова, И.Ю. Применение новых технических средств обучения в подготовке будущих пожарных и спасателей, работающих в экстремальных ситуациях / И.Ю. Шарабанова, Р.М. Шипилов, А.В. Харламов // В мире научных открытий (электронный журнал). – 2014. – № 9 (57).
3. Шарабанова, И.Ю. Психофизиологические механизмы состояния профессиональной готовности / И.Ю. Шарабанова, Н. Ф. Левашов // Европейский журнал социальных наук. – 2013. – № 6 (34).
4. Шипилов, Р.М. Разработка технических средств для обучения и контроля адаптационной мобильности курсантов вузов ГПС МЧС России / Р.М. Шипилов, С.Г. Казанцев, И.Ю. Шарабанова, Е.В. Ишухина, Е.А. Орлов // EUROPEAN SOCIAL SCIENCE JOURNAL. – 2016. – № 1. – С. 332-335.
5. Шипилов Р.М. Особенности формирования профессионального мастерства пожарных и спасателей в рамках совершенствования методики обучения подъему по штурмовой лестнице / Р.М. Шипилов, И.Ю. Шарабанова, Е.Е. Маринич, О.Г. Зейнетдинова, С.Г. Казанцев, Д.В. Сорокин, Д.Ю. Захаров // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 10-1 (64). С. 57-66.
6. Шипилов Р.М. Разработка дополнительных нормативных заданий и их временных показателей к работе со штурмовой лестницей / Р.М. Шипилов, С.Г. Казанцев, А.С. Давиденко, Д.Н. Шалаявин // Современные проблемы гражданской защиты. 2019. № 2 (31). С. 106-112.
7. Шипилов Р.М. Анализ нормативных заданий для управления профессиональной подготовкой пожарных на примере зарубежных стран / Р.М. Шипилов, С.Г. Казанцев, Д.Ю. Захаров, А.О. Семёнов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 4 (37). С. 43-55.
8. Шипилов Р.М. Особенности адаптации курсантов образовательных организаций высшего образования к действиям в условиях чрезвычайных ситуаций / Р.М. Шипилов, И.Ю. Шарабанова, О.Г. Зейнетдинова, А.К. Кокурин // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 1. С. 78-89.

9. Приказ от 29.10.2019 № 1330 «О применении в образовательном процессе академии многоуровневой модульной системы обучения, контроля и анализа практических умений и навыков в области проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения».
10. Приказ от 07.10.2020 № 1001 «О подготовке и проведении практического пожарного теста с обучающимися выпускных курсов ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России».
11. Шипилов Р.М. Обоснование необходимости в разработке дополнительных нормативных заданий и их временных показателей для личного состава ФПС ГПС при работе с ручными пожарными лестницами / Р.М. Шипилов, С.Г. Казанцев, Е.Е. Маринич, П.В. Чистов, П.В. Икрянов, Ю.А. Ведяскин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 12 (102). Ч. 4. С. 58-69.

УДК 614.841

РАСЧЕТ ВИДИМОСТИ ПРИ ПОЖАРЕ В СКЛАДЕ С ВЫСОТНЫМ СТЕЛЛАЖНЫМ ХРАНЕНИЕМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМАХ ЕГО ЗАЩИТЫ И АЛГОРИТМАМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УСТАНОВОК ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ

Калантарли А.Т.

Суриков А.В.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Проведено моделирование пожара в помещении склада с высотным стеллажным хранением материалов при различных схемах его защиты с применением спринклерной автоматической установки водяного пожаротушения, а также алгоритма взаимодействия пожарной автоматики. Проанализировано влияние применения автоматической установки водяного пожаротушения и системы противодымной вентиляции на значение расстояния предельной видимости при пожаре.

Ключевые слова: склад с высотным хранением материалов, пожарная автоматика, спринклерная автоматическая установка пожаротушения, система противодымной вентиляции, эвакуация людей при пожаре

CALCULATION OF VISIBILITY IN DURING A FIRE IN A WAREHOUSE WITH A HIGH RACK STORAGE UNDER VARIOUS SCHEMES OF ITS PROTECTION AND ALGORITHMS OF INTERACTION OF FIRE AUTOMATION

Kalantary A.

Surikov A.

Abstract. Simulation of a fire in a warehouse with high-rise storage of materials with various schemes of its protection with the use of an automatic sprinkler installation of water fire extinguishing, as well as an algorithm for the interaction of fire automatics has been carried out. The effect of the use of an automatic water fire extinguishing system and a smoke control ventilation system on the value of the distance of maximum visibility in case of fire is analyzed.

Keywords: warehouse with high-rise storage of materials, fire automatic equipment, sprinkler system, smoke ventilation, evacuation of people in case of fire.

Склады с высотным стеллажным хранением подлежат защите автоматическими установками пожаротушения, как правило водяными спринклерными, (далее – АУПТ) и системами противодымной вентиляции (далее – ПДВ). Взаимодействие данных систем является достаточно сложным. Оно может приводить с одной стороны к снижению

эффективности АУПТ, с другой – с значительному сокращению необходимого времени эвакуации людей при пожаре.

Наиболее оптимальным инструментом определения эффективности применения данных систем при проектировании объектов, учитывающим все многообразие факторов влияющих на взаимодействие ПДВ и спринклерных АУПТ, является моделирование пожара.

Для моделирования пожара в помещении склада применялся расчетный программный комплекс FDS [1]. Целью моделирования было установление оптимального алгоритма взаимодействия установок пожарной автоматики и схемы защиты помещения склада с высотным хранением материалов с точки зрения обеспечения безопасности людей при возникновении пожара. В качестве расчетных сценариев был принят пожар в помещении склада размером 60x50x14 м с высокостеллажным хранением резинотехнических изделий (исходя из максимального значения дымообразующей способности резины). Площадь помещения выбрана исходя из значения максимальной плоди дымовой зоны. Высота складирования пожарной нагрузки принята равной 12,5 м (максимальной высоте складирования материалов при применении АУПТ с одноярусным размещением оросителей). В работе приняты следующие расчетные сценарии размещения взаимодействия АУПТ и ПДВ: 1 – АУПТ с размещением оросителей во внутрестеллажном пространстве и по площади помещения, запуск ПДВ осуществляется от оросителей; 2 – АУПТ с размещением оросителей во внутрестеллажном пространстве и по площади помещения, запуск ПДВ осуществляется от линейных дымовых пожарных извещателей (далее – ДПИ); 3 – АУПТ с одноярусным размещением оросителей, запуск ПДВ осуществляется от оросителей; 4 – АУПТ с одноярусным размещением оросителей, запуск ПДВ осуществляется от линейных пожарных извещателей.

Параметры реакции горения и пожарной нагрузки принимались согласно типовой базе пожарной нагрузки [2] (п. 15 «Резинотехнические изделия; резина и изделия из нее»). Размеры пожарной нагрузки на стеллажах приняты исходя из стандартизированных значений. Стеллажи по вертикали разделены негорючими экранами через каждые 4 м (сценарий 1 и 2). Размещение стеллажей (проходы между ними, их длина), размещение элементов АУПТ и ПДВ и их параметры (количество и места размещения, температура срабатывания оросителей, интенсивность орошения и массовый расход удаляемого дыма) определялись на основании соответствующих нормативных документов.

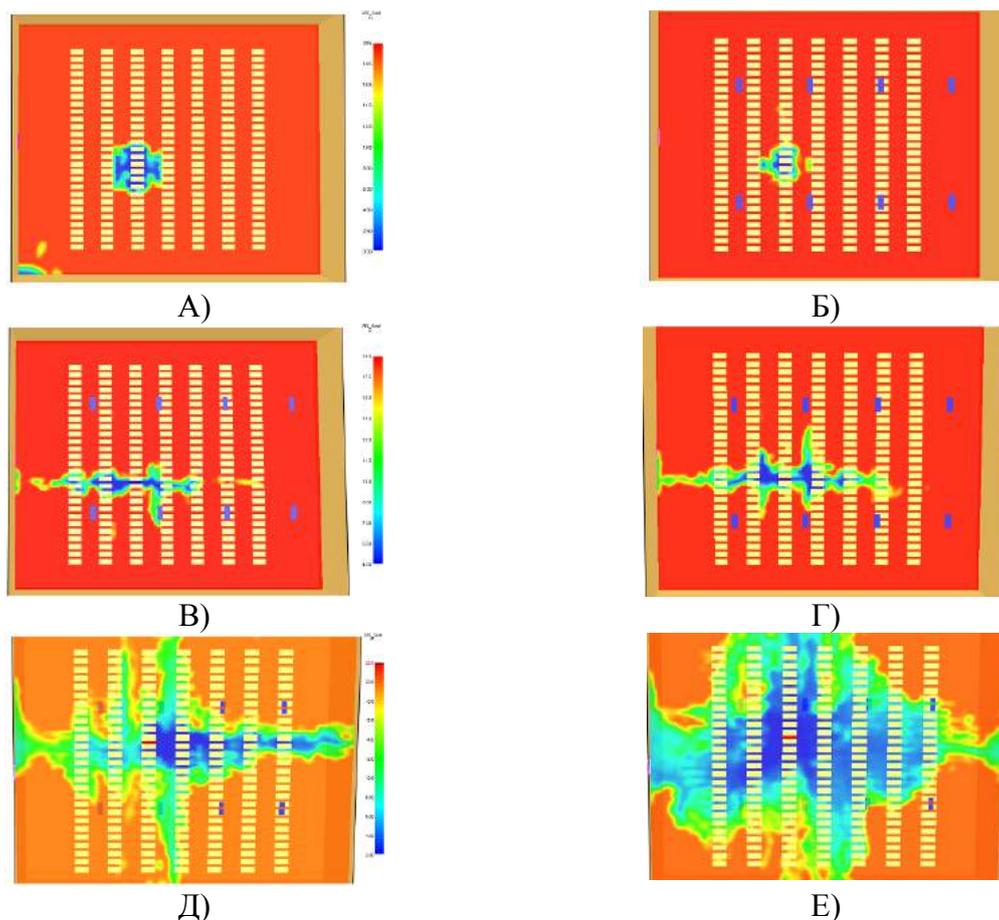
Для оценки влияния спринклерной АУПТ и ПДВ на изменение необходимого времени эвакуации дополнительно было проведено еще 2 расчета времени задымления для помещения склада с высотным складированием без применения указанных систем пожарной автоматики, а также с применением только системы ПДВ, запуск которой осуществляется от ДПИ.

Анализ полученных результатов расчетов показал, что наиболее оптимальным алгоритмом взаимодействия спринклерных АУПТ и ПДВ является установка оросителей АУПТ во внутрестеллажном пространстве и запуск ПДВ от АУПТ. Такая схема защиты помещения склада с высотным стеллажным хранением позволяет значительно снизить мощность пожара и локализовать его очаг в пределах зоны, защищаемой 1 оросителем. При этом не происходит воспламенения стеллажей, находящихся рядом со стеллажом, на котором произошло возгорание пожарной нагрузки.

В расчетных сценариях мощность пожара при размещении оросителей во внутрестеллажном пространстве более чем в 3 раза меньше, чем при одноярусной защите помещения склада и запуске ПДВ от АУПТ, и почти в 20 раз меньше, чем при одноярусной защите помещения склада и запуске ПДВ от ДПИ. Увеличение мощности пожара для расчетного сценария 4 связано с созданием благоприятных условий для развития горения за счет дополнительного поступления воздуха в помещение. При этом включение ПДВ не влияет на инерционность срабатывания АУПТ. Увеличение мощности пожара способствует срабатыванию большего количества оросителей. Это в свою очередь приводит к тому, что дым, находящийся в факеле оросителя быстро опускается в нижнюю часть помещения. При

этом блокирование путей эвакуации за счет данного эффекта происходит значительно быстрее по сравнению с вариантом защиты помещения только ПДВ и без применения АУПТ и ПДВ. На рисунке 1 показано распределение полей видимости в помещении в плоскости 1,7 м при времени моделирования равном 62 сек., т.е. при блокировании путей эвакуации для случая, когда АУПТ и ПДВ не применяются.

Вместе с тем, применение оросителей во внутрискладском пространстве и, соответственно, запуск ПДВ от АУПТ позволяет увеличить время блокирования путей эвакуации по сравнению с вариантом отсутствия АУПТ и запуском ПДВ от ДПИ. В расчетных сценариях это увеличение составило 74 %. Однако потеря видимости в плоскости помещения для указанного варианта (сценарий 1) достигается раньше по сравнению с вариантом отсутствия АУПТ и запуском ПДВ от ДПИ.



а) АУПТ и ПДВ отсутствуют; б) ПДВ запускается от ДПИ, АУПТ отсутствует
в) сценарий 1; г) сценарий 2; д) сценарий 3; е) сценарий 4

Рисунок 1. – Зависимости расстояния и распределение полей предельной видимости от времени горения при моделировании по сценарию 4

В частности, в нашем случае разность значений времени постижения критической видимости отличается на 35 %. Это означает, что важную роль в определении времени блокирования путей эвакуации является учет места расположения эвакуационного выхода относительно очага пожара. Относительно сценариев 2, 3 и 4 при реализации сценария 1 время блокирования эвакуационного выхода превышает время блокирования эвакуационного выхода для указанных сценариев в 2,4...2,9 раза.

Таким образом, проведенное моделирование позволяет сделать вывод о том, что оптимальной схемой защиты помещения склада с высотным хранением является установка оросителей во внутрискладском пространстве и запуск системы ПДВ

от спринклерной АУПТ. Данная схема защиты помещения позволяет локализовать очаг пожара, значительно снизить мощность пожара и увеличить необходимое время эвакуации людей при возникновении пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fire dynamics simulator (Version 5). User's Guide [Electronic resource] / K. McGrattan [et al] // Washington: U.S. NIST, 2007. – Mode of access: http://fire.fsv.cvut.cz/ifer/2014-Training_school/FDS_5_User_Guide.pdf – Date of access: 01.02.2021.
2. Кошмаров, Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учеб. пособие / Ю.А. Кошмаров.– М. : Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.

УДК 614.841

ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ СЦЕНАРИЕВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЖАРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ СКЛАДА С ВЫСОТНЫМ СТЕЛЛАЖНЫМ ХРАНЕНИЕМ

Калантарли А.Т.

Суриков А.В.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Проведен анализ требований нормативных документов и схем защиты помещений складов с высотным хранением материалов системами пожарной автоматики. Обоснованы расчетные сценарии моделирования пожара в данном помещении для определения оптимального алгоритма взаимодействия систем пожарной автоматики и обеспечения безопасных условий эвакуации людей.

Ключевые слова: склад с высотным хранением материалов, пожарная автоматика, спринклерная автоматическая установка пожаротушения, система противодымной вентиляции, эвакуация людей при пожаре

JUSTIFICATION OF DESIGN SCENARIOS FOR SIMULATION OF A FIRE FOR DETERMINATION OF THE OPTIMAL ALGORITHM OF INTERACTION OF SYSTEMS OF FIRE AUTOMATION OF A WAREHOUSE WITH A HIGH RACK STORAGE

Kalantary A.

Surikov A.

Abstract. The analysis of the requirements of regulatory documents and schemes for the protection of warehouse premises with high-rise storage of materials by fire control systems. The computational scenarios for simulating a fire in this room have been substantiated to determine the optimal algorithm for the interaction of fire automation systems and to ensure safe conditions for the evacuation of people.

Keywords: warehouse with high-rise storage of materials, fire automatic equipment, sprinkler system, smoke ventilation, evacuation of people in case of fire

Одним из ключевых элементов развития экономики является логистика и логистические системы. В последние годы объекты хранения материальных ценностей претерпели серьезные изменения и превратились в сложные технологичные комплексы,

включающие все более широкое применение высокостеллажного хранения. Несмотря на это, защита от пожаров складов остается одной из важнейших задач обеспечения их безопасности.

Пожарная безопасность обеспечивается приведением объектов и населенных пунктов в состояние, при котором исключается возможность возникновения пожара либо обеспечивается защита от пожара жизни и здоровья людей и материальных ценностей [1].

Основы реализации данного направления изложены в ГОСТ [2], согласно которому пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Противопожарная защита объекта обеспечивается применением различных технических средств (пожарная техника, устройства, обеспечивающие ограничение распространения пожара, систем пожарной сигнализации и оповещения людей о пожаре и т.д.), применением строительных конструкций и материалов, с нормированными показателями пожарной опасности, а также пропитки конструкций и материалов огнезащитных составов и др.

В числе технических средств для защиты складов с высокостеллажным хранением должны применяться и автоматические установки пожаротушения (далее – АУПТ) и системы противодымной вентиляции (далее – ПДВ). Наиболее часто применяемыми АУПТ являются спринклерные установки водяного пожаротушения. Обязательное применение АУПТ и ПДВ на различных объектах регламентируется соответствующими нормативными правовыми актами [3, 4]. При чем, на ряде объектов (например, гаражи-стоянки, торговые центры, складские здания) необходимо предусматривать и АУПТ, и ПДВ.

Многочисленные исследования и анализ реальных пожаров показывают, что, как правило, потеря видимости в результате задымления во время пожара наступает быстрее, чем критические значения других ОФП.

Исходя из назначения ПДВ, определяющим является создание условий для эвакуации людей, т.е. увеличение, так называемого, необходимого времени эвакуации. Последнее определяется как временной промежуток до достижения критических значений ОФП, в течение которого люди должны покинуть помещение, здание и т.д. Немаловажным аспектом также является и возможность применения ПДВ для улучшения условий (уменьшения оптической плотности и температуры) проведения работ по спасению людей при пожаре пожарными аварийно-спасательными подразделениями.

Учитывая изложенное, на первый план выходит вопрос об эффективности совместного применения АУПТ и ПДВ. Существует два противоположных мнения специалистов в области технических средств противопожарной защиты в отношении алгоритма запуска ПДВ. Первое заключается в том, что первичным является включение спринклерной АУПТ с последующим запуском ПДВ, т.е. как того требуют действующие нормы проектирования. Второе – первоначально должна включаться ПДВ, при чем, это должно происходить от сформированного командного импульса от пожарной сигнализации на базе дымовых пожарных извещателей, а уже потом включается спринклерная АУПТ.

Первое мнение обусловлено тем, что при включении ПДВ в припотолочной области пространства помещения, в котором размещаются спринклерные оросители АУПТ, возникают значительные скорости воздушного потока, изменяется направление естественного восхождения конвективного потока от очага пожара, и тем самым создаются условия для повышения инерционности срабатывания оросителя. Второе обоснование противников запуска ПДВ от дымовых пожарных извещателей – это возможные ложные срабатывания данных извещателей от аэрозолей, образование которых не связано с пожаром. Например, в гаражах-стоянках это могут быть выхлопные газы автомобилей.

Второе мнение о целесообразности запуска ПДВ от дымовых пожарных извещателей обосновывается с точки зрения термо-газодинамических процессов, происходящих в слое дыма при подаче в него воды из спринклерной АУПТ. Основное следствие этих процессов сводится к тому, что значительная часть дымового аэрозоля резко опускается из припотолочного слоя вниз, тем самым создавая значительную оптическую плотность среды на уровне глаз. Это в свою очередь негативно сказывается на эвакуации людей.

Непосредственно проблема взаимодействия АПУТ и ПДВ не является новой. Обзор литературных и интернет источников показал, что рассматриваемому противоречию посвящено достаточное количество экспериментальных исследований. Наиболее системно принципы решения проблемы изложены в работе [5]. Автором проведен анализ наиболее значимых научных исследований в данной области и сделаны следующие основные выводы:

1. За счет выпуска воды и спринклерной АУПТ и охлаждения дыма дым, расчетная эффективность ПДВ будет снижена, а массовый расход дыма, выходящего из вентиляционных отверстий, будет меньше расчетного значения. Следует отметить, что нормы проектирования ПДВ не учитывают данное явление.

2. ПДВ не оказывает негативного влияния на производительность спринклерных оросителей.

3. ПДВ не оказывает значительного влияния на время активации спринклерных оросителей и не влияет на общее количество сработавших оросителей.

4. Если очаг пожара находится непосредственно под вентиляционным отверстием, активация первых спринклерных оросителей может быть немного задержана, но нет никаких доказательств того, что это окажет значительное влияние на производительность спринклерной АУПТ.

5. Ранняя активация ПДВ не оказывает вредного влияния на производительность спринклерной АУПТ.

Автором работы [5] указывается, что, учитывая все многообразие факторов влияющих на взаимодействие ПДВ и спринклерных АУПТ, наиболее оптимальным инструментом определения эффективности применения данных систем при проектировании объектов, несомненно, является моделирование пожара с применением зонной или полевой моделей развития пожара. Причем применение последней более целесообразно при проведении научных исследований данной проблемы.

Следует отметить, что существует два принципиально разных подхода по защите складов с высотным стеллажным хранением водяными АУПТ: размещение оросителей во внутрестеллажном пространстве и под покрытием; размещение оросителей в один ярус, т.е. только под покрытием. При реализации первого варианта защиты в помещениях со стационарными стеллажами, с высотой складирования продукции от 5,5 до 20 м следует предусматривать установку спринклерных оросителей в зоне высокостеллажного хранения продукции под перекрытием (покрытием), под экранами во внутрестеллажном пространстве, а также под перекрытием (покрытием) в зонах приемки, упаковки и отправки продукции. Стеллажи должны иметь горизонтальные экраны с шагом по высоте не более 4 м. Второй вариант защиты водяными АУПТ складов с высотным хранением реализуется за счет применения специальных быстродействующих оросителей с большими коэффициентами производительности.

Исходя из изложенного, для определения оптимального алгоритма взаимодействия систем пожарной автоматики помещения склада с высотным стеллажным хранением нами были приняты следующие расчетные сценарии моделирования пожара: 1) АУПТ с размещением оросителей во внутрестеллажном пространстве и по площади помещения, запуск ПДВ осуществляется от оросителей; 2) АУПТ с размещением оросителей во внутрестеллажном пространстве и по площади помещения, запуск ПДВ осуществляется от линейных пожарных извещателей; 3) АУПТ с одноярусным размещением оросителей, запуск ПДВ осуществляется от оросителей; 4) АУПТ с одноярусным размещением оросителей, запуск ПДВ осуществляется от линейных пожарных извещателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. О пожарной безопасности : Закон Респ. Беларусь от 15 июня 1993 г. №2403–ХІІ : в ред. Законов Респ. Беларусь от 30.12.2015 № 334-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2001. – №3. – 2/391.
2. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004 – 91. – Взамен ГОСТ 12.1.004-85 ;введ. РБ 17.12.1991. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 88 с. – (Система стандартов безопасности труда).

3. Область применения автоматических систем пожарной сигнализации и установок пожаротушения : НПБ 15-2007. – Введ. 01.03.2008. – Минск : НИИ ПБи ЧС, 2008. – 36 с.
4. Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции. Строительные нормы и правила проектирования = Супрацьдымная абарона будынкаў і збудаванняў пры пажары. Сістэмы вентыляцыі. Будаўнічыя нормы і правілы праектавання : ТКП 45-4.02-273-2012 (02250). – Введ. 12.12.2012. – Минск : Стройтехнорм, 2013. – 72 с.
5. Cooper, L. Y. Smoke and Heat Venting / L.Y. Cooper // SFPE Handbook of Fire Protection Engineering / ed.: P.J. DiNunno [et al.]. – 3d ed. – Quincy, Massachusetts : National Fire Protection Association, 2008. – Ch. 3. – P. 3-236 – 3-240.

УДК 62-784.431

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ВЫДЕЛЕНИЕМ ГОРЮЧЕЙ ПЫЛИ

Калиев О.С.

Федоров А.В., доктор технических наук, профессор
Романюк Е.В., кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы Министерства
Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Аннотация. В статье обосновывается актуальность решения вопроса пылеулавливания на производстве. В качестве примера рассмотрены технологические процессы, связанные с обработкой магниевых сплавов. Для аспирации потоков от операций механической обработки металлов предложен новый пылеуловитель, описан принцип его работы.

Ключевые слова: пылеулавливание, пыль, горючая пыль, взрывопожаробезопасность, производственные объекты, пылесадительная камера.

IMPROVEMENT THE ASPIRATION SYSTEM FOR TECHNOLOGICAL OPERATIONS RELATED TO THE DECOMPOSITION OF FUEL DUST

Kaliev O.S.

Fedorov A.V., Grand PhD in Technical Science, professor
Romanyuk E.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The article substantiates the relevance of solving the issue of dust collection in production. As an example, technological processes related to the processing of magnesium alloys are considered. A new dust collector is proposed for aspiration of flows from metal machining operations and the principle of its operation is described.

Keywords: dust collector, dust, combustible dust, explosion and fire safety, production units, dust collection chamber.

Борьба с производственной горючей пылью представляет одну из важнейших задач пожарной безопасности. Пыль является основной проблемой для многих отраслей промышленности: в горнодобывающей промышленности (добыча угля, металлических руд и др.), в производстве строительных материалов (огнеупорные изделия, кирпич, цемент), фарфора-фаянсовый, мукомольной промышленности, чугуна-медно-сталелитейных и других

цехах металлургической и машиностроительной промышленности, в подготовительных и прядильных цехах текстильной промышленности, сельском хозяйстве и многих других.

За последние несколько лет произошло немалое количество взрывов и пожаров, связанных с выделением в процессе производства горючей пыли. 29 апреля 2013 года произошел взрыв из-за воспламенения мучной пыли на Иркутском масложиркомбинате. Четверо человек пострадало.

14 мая 2014 года в городе Семей (Казахстан) на мукомольно-комбикормовом комбинате произошел сильный взрыв зерновой пыли. ЧП произошло в бункере предприятия. Четверо рабочих, находившиеся на момент взрыва в бункере, получили серьезные увечья от огня. Через три года на данном предприятии снова прогремел взрыв. 21 августа 2017 года на рабочей башне элеваторе произошел взрыв зерновой пыли. Во время взрыва пострадал один человек.

2 августа 2014 года в городе Куньшань (КНР) в цехе по полировке автомобильных дисков металлургической компании «Чжунжун» произошел взрыв. Причиной ЧП могло стать воспламенение взвешенной в воздухе пыли, образовавшейся в процессе производства. Погибло 75 человек.

15 Августа 2014 года на элеваторе «Кошоктон» (США, штат Огайо) произошел взрыв кукурузной пыли. Семь людей, находившиеся внутри зернового бункера на элеваторе, получили травмы.

21 декабря 2016 года в г. Торецке на участке № 45 на шахте «Центральная» ГП «Торецкуголь» на горизонте 1146 метров произошел взрыв угольной пыли. Один шахтер получил переломы ребер. Как видно из приведенных примеров отрасли промышленности, в которых могут происходить пылевые взрывы весьма разнообразны.

Ни один производственный процесс сегодня невозможно реализовать без таких технологических операций как дробление и измельчение, напыление, окраска, перемешивание и дозирование, транспортировка, сушка, которые характеризуются образованием и обращением большого количества пыли. Очевидно, что пыль наносит огромный вред здоровью человека и окружающей среде, способна приводить к коррозии и выходу из строя оборудования и материалов, но, пожалуй, самой негативной характеристикой пыли целого спектра веществ является способность взрываться в состоянии аэрозвеси и гореть в состоянии аэрогеля.

Одной из самых взрывоопасных металлических пылей является пыль сплавов, содержащих магний. Магниево-сплавов широко используются в современной технике, в первую очередь, благодаря низкой плотности, что позволяет существенно снизить вес изделий и конструкций. Например, разработанные в последние годы промышленные магниево-сплавов, содержащие литий, имеют плотность 1,35-1,6 г/см³ при достаточно высоких прочностных свойствах и хорошем модуле упругости. Кроме того, сплавы магния химически устойчивы в щелочах, минеральных маслах, фторсодержащих газовых средах. Из-за высокого электрического потенциала эти сплавы используются в качестве протекторов при электрохимической защите стальных конструкций от коррозии в морской воде и подземных сооружениях.

По сравнению с алюминиевыми сплавами их преимущество заключается в легкости. Что касается обрабатываемости материалов, то необходимо учитывать такие факторы, как коррозия и воспламеняемость в случае использования магния. Несмотря на то, что магний можно обрабатывать без смазочных охлаждающих масел (СОЖ), опасность взрывов магниевой пыли настолько велика, что магний почти никогда не обрабатывают всухую.

10 апреля 2013 года произошел взрыв и пожар в помещении механической обработки магниевых сплавов ОАО «Редуктор ПМ», который привел к гибели двух работников предприятия. По результатам экспертной оценки имеющейся системы обеспечения безопасности на участке по механической обработке изделий из магниевых сплавов в ОАО «Редуктор ПМ» и специальной оценки условий труда на участке по механической обработке изделий из магниевых сплавов в ОАО ПМЗ (запыленность в воздухе рабочей зоны токарно-карусельного и горизонтально-расточного станков, которые заняты на обработке деталей из

магниевого сплава, содержит механические примеси с концентрацией в 20 раз превышающие ПДК) устаревшая общеобменная приточно-вытяжная вентиляция не справлялась с выведением взрывоопасной пыли. Концентрация взрывоопасной пыли в воздухе или в системе воздухопроводов достаточна для воспламенения или взрыва, а эксплуатация оборудования не предотвращает возможного возникновения искр, т.е. источника зажигания. Следует также отметить, что эксплуатация и техническое обслуживание систем вентиляции были организованы с нарушениями основных нормативных актов и внутренних руководящих документов.

Одним из главных требований с точки зрения пожарной безопасности к предприятиям, где образуются и обращаются горючие пыли, является обустройство и грамотная эксплуатация системы аспирации и правильный подбор пылеуловителя.

Являясь с одной стороны средством снижения уровня пожарной опасности производственных помещений и оборудования, аспирационная система, с другой стороны, является потенциальным источником этой опасности, так как именно в ней создаются условия для быстрого достижения нижнего концентрационного предела воспламенения пыли. Однако более безопасной альтернативы системам аспирации нет, поэтому целесообразно разработка таких рабочих узлов и параметров, которые позволили бы снизить уровень опасности.

Одним из ключевых элементов системы аспирации является пылеуловитель, в качестве которого может выступать циклон, осадительная камера, скруббер, фильтр, электрофильтр. Чаще всего в системах, работающих с горючей пылью, применяют циклоны и фильтры, причем предприятия предпочитают циклоны вследствие простоты конструкции, эксплуатации и дешевизны.

При решении вопроса о выборе пылеуловителя для аспирации потоков после механической обработки материалов со сплавами магния следует:

- 1) Учесть требования пожарной безопасности по размещению пылеуловителя.
- 2) Характеристики пылегазового потока, который кроме пыли может содержать аэрозоль СОЖ и водород.
- 3) Необходимую степень очистки.

С учетом всего вышесказанного достаточно тяжело выбрать аппарат из уже существующих. С учетом поставленных требований был разработан новый аппарат для пылеулавливания – трубчатый пылеосадитель – рис.1.

Трубчатый пылеосадитель включает: цилиндрикоконический корпус с нижним входным и верхним выходным патрубками, расположенными соосно, укрепленные в корпусе перфорированных дисков, в каждой паре которых закреплены трубки.

Трубчатый пылеосадитель работает следующим образом. Запыленный газ, поступает в устройство через нижний входной патрубок 9, подымается по трубкам 12, 13, 14, 15, закрепленными в перфорированных дисках 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Благодаря расположению трубок, укрепленных в каждой последующей паре перфорированных дисков, запыленный поток изгибается, частицы пыли активно соударяются со стенками трубок и друг другом, коагулируют и оседают. После чего очищенный воздух выходит через верхний выходной патрубок.

Основным недостатком представленного пылеуловителя является создаваемое гидравлическое сопротивление, поэтому были проведены эксперименты с целью определения создаваемого перепада давления. Для проведения экспериментов были разработаны кассеты трубчатого пылеосадителя, которые были установлены в модульную фильтровальную установку (МФУ) [2, 3, 4]. Результаты замеров давления пустой МФУ, синтетического фильтра и трубчатого пылеосадителя представлены в виде графических зависимостей на рис. 2.

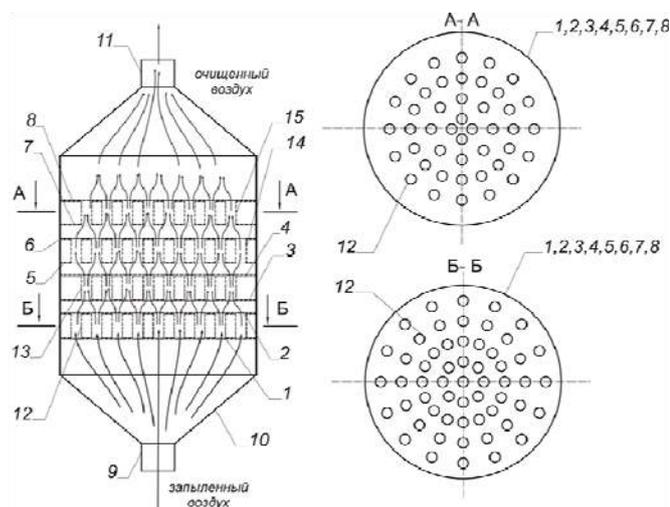


Рис.1. Схема трубчатого пылесадителя:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 - перфорированные диски; 9 – входной патрубки; 10 - корпус;
11 – патрубок выхода очищенного газа; 12, 13, 14, 15 – трубки

Как видно, общий перепад давлений через какое-то время снижается, а потом становится незначительно выше, чем перепад давлений в пустой колонне. При этом эффективность пылеулавливания составляет порядка 70 % и может быть повышена за счет подбора диаметра трубок и количества трубок в кассете.

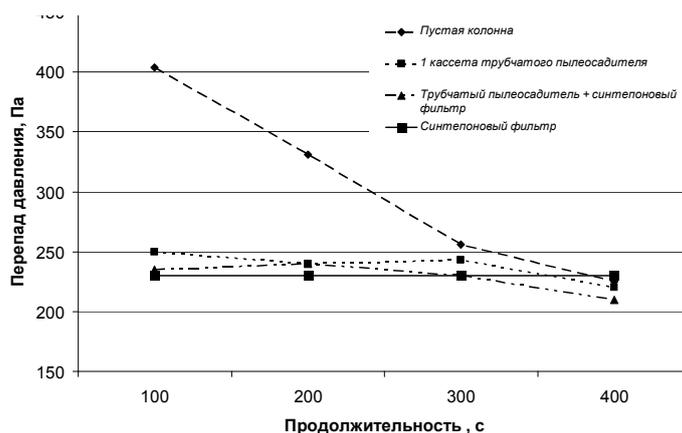


Рис. 2. Перепад давлений на различных пылеулавливающих устройствах

Таким образом, предложенный трубчатый пылесадитель позволяет повысить качество очистки воздуха за счет коагуляции и укрупнения частиц, сэкономить производственные площади, увеличить ресурс работы фильтра в двухступенчатых системах пылеулавливания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. – М.: Высш. шк., 2008. – 639 с.
2. ГОСТ 12.1.041-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования.
3. ГОСТ 31826-2012 Оборудование газоочистительное и пылеулавливающие. Фильтры рукавные. Пылеуловители мокрые. Требования безопасности. Методы испытаний.
4. Романюк Е.В. Совершенствование систем аспирации с использованием комбинированных фильтровальных структур: монография / Е.В. Романюк, Н.В. Пигловский, Ю.В. Красовицкий, Д.В. Каргашилов. – Воронеж, 2015. – 201 с.

5. Разработка новых конструкций сухих огнепреградителей для производств, связанных с образованием и обращением горючих аэрозолей / Водолага Т.М., Романюк Е.В. // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам IX Всерос. науч.- практ. конф. курсантов, слушателей, студентов и молодых ученых с междунар. уч. 19 апр. 2018 г. Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно- спасательной академии ГПС МЧС России. – Воронеж, 2018 - с. 65-67.

УДК 614.841:536.46

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ АЛЮМИНИЕВО-МАГНИЕВЫХ СМЕСЕЙ И ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ НА ТЕМПЕРАТУРУ И СОСТАВ ПРОДУКТОВ ИХ СГОРАНИЯ

Кириченко Е.П., Мотричук Р.Б.

Мельник В.П., кандидат технических наук

Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля
Национального университета гражданской защиты Украины

Аннотация. Установлена закономерность влияния технологических параметров (соотношение компонентов, дисперсность алюминиево-магниевых смесей, состав нитратосодержащего окислителя) на состав и температуру продуктов сгорания пиротехнических изделий на основе алюминиево-магниевых смесей и оксидов металлов, что позволяет спрогнозировать диапазоны изменения температуры и состава продуктов сгорания и тем самым повысить пожарную безопасность изделий.

Ключевые слова: процессы горения, пиротехнические изделия, пожарная безопасность, алюминиево-магниевые смеси.

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF PRODUCTS BASED ON PYROTECHNICAL ALUMINUM-MAGNESIUM MIXTURES AND METAL OXIDES ON THE TEMPERATURE AND COMPOSITION OF THEIR COMBUSTION PRODUCTS

Kyrychenko Y.P., Motrychuk R.B.

Melnyk V.P., PhD in Technical Sciences

Cherkasy Institute of Fire Safety name after Chernobyl Heroes of National University of Civil Defense of Ukraine

Важными свойствами пиротехнических изделий на основе алюминиево-магниевых смесей и оксидов металлов, которые определяют их пожарную опасность для окружающих объектов является температура и состав продуктов их сгорания.

Температуру и состав продуктов сгорания пиротехнических изделий на основе алюминиево-магниевых смесей и оксидов металлов можно регулировать путем изменения соотношения компонентов в системе, их параметров, внешнего давления. Это позволяет на стадии проектирования пиротехнических изделий на основе указанных смесей прогнозировать следующие важные диапазоны изменения температуры и состава продуктов сгорания [1- 3], в частности, области с максимальной температурой для которых может осуществляться стабильный процесс горения и при котором смесь, которая воспламенилась является потенциально пожароопасной для окружающих объектов.

В настоящее время используются термодинамические методы расчета температуры и состава продуктов сгорания различных топлив пиротехнического типа [4 - 7].

По результатам термодинамических расчетов температура продуктов сгорания существенно зависит от коэффициента избытка окислителя в смеси и давления (рис. 1) и имеет максимум T_{\max} .

В интервале давлений $P = 10^5 \dots 3 \cdot 10^7$ Па этот максимум расположен в области $\alpha = 1,0 \dots 1,15$.

Изменение давления от 10^5 до 10^7 Па (до $\alpha = 3,0$) приводит к увеличению температуры и T_{\max} увеличивается от 3080 до 4150 К.

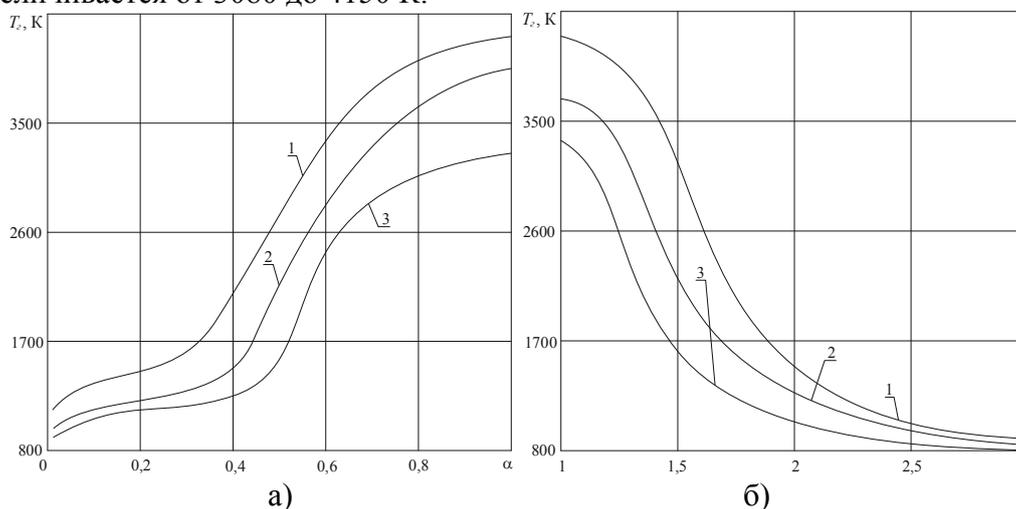


Рисунок 1 – Зависимость температуры продуктов сгорания смеси магния с нитратом калию от коэффициента избытка окислителя при давлениях:

1 – $P = 3 \cdot 10^7$ Па; 2 – $P = 0,5 \cdot 10^7$ Па; 3 – $P = 10^5$ Па;

а) – кривые для соотношений $\alpha = 0,01 \dots 1,0$; б) – кривые для соотношений $\alpha = 1,0 \dots 3,0$

Качественный и количественный состав газоподобных и конденсированных продуктов сгорания существенно зависит от α та P . Появление в продуктах сгорания в заметных количествах атомарного и молекулярного кислорода наблюдается только при $\alpha > 1,0$ (рис. 2), а содержание конденсированных магния и оксида калия возможен соответственно при $\alpha = 0,01 \dots 0,30$ и $\alpha > 2,0$. При увеличении α (от $\alpha = 1,0$) частица молекулярного кислорода в продуктах сгорания увеличивается до насыщения при $\alpha = 3,0$ (рис. 2). При этом характер влияния давления на содержание молекулярного кислорода в продуктах сгорания неодинаковый для разных соотношений компонентов. Небольшое количество атомарного кислорода в продуктах сгорания наблюдается только при $\alpha = 0,6 \dots 2,2$ и увеличивается при сниженных давлениях.

При давлении $P = 10^5$ Па максимум содержания атомарного кислорода достигается при $\alpha = 1,4$, а при давлении $P = 3 \cdot 10^7$ Па максимум содержания атомарного кислорода наблюдается при $\alpha = 1,2$. П

При соотношениях до $\alpha = 2,0$ в продуктах сгорания есть газоподобный магний, зависимость содержания которого от α имеет максимум, который сдвигается в сторону больших α : при давлении $P = 10^5$ Па максимум содержания газоподобного магния соответствует $\alpha = 0,25$, при $P = 3 \cdot 10^7$ Па – $\alpha = 0,34$

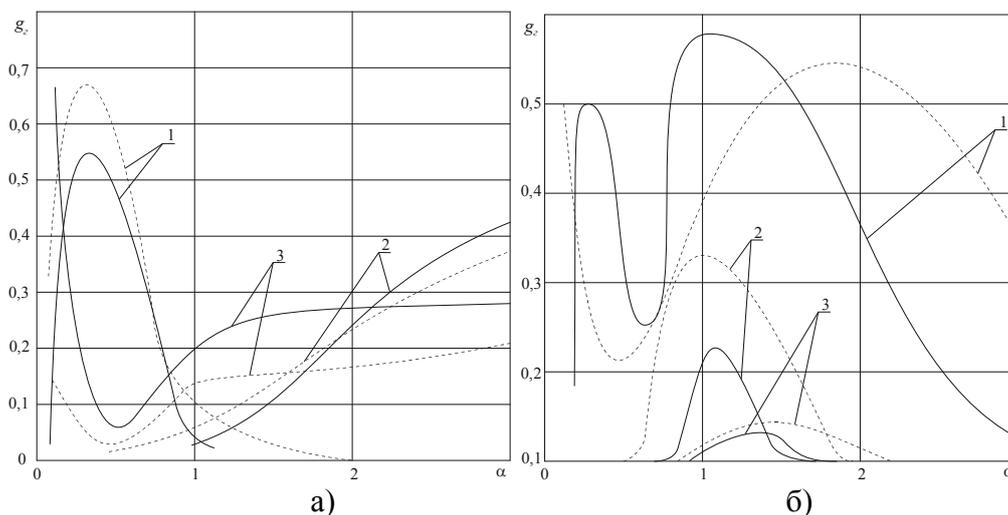


Рисунок 2 – Зависимость от α объемного содержания g_2 газоподобных продуктов сгорания смеси магния с нитратом калия:

а) – газоподобные продукты Mg^r (1), O_2^r (2), N_2^r (3); б) – газоподобные продукты K^r (4), MgO^r (5), O^r (6):

----- при давлении $P = 10^5$ Па; ————— при давлении $P = 3 \cdot 10^7$ Па

В результате проведенных термодинамических расчетов температуры и состава продуктов смесей с порошков магния и нитрата калия впервые установлено следующие закономерности: температура продуктов сгорания наиболее существенно зависит от коэффициента избытка окислителя α и имеет максимальные значения $T_{max} = 3080 \dots 4150$ К при $\alpha = \alpha_{T_{max}} = 1,0 \dots 1,15$ и давлениях $P = 10^5$ Па $\dots 3 \cdot 10^7$ Па, качественный и количественный состав продуктов сгорания наиболее существенно зависит от α та P .

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.П. Вогман, В.А. Зуйков, В.Е. Татаров, В.В. Лепесий, “Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности фейерверочных пиротехнических изделий”, Международный научно-практический журнал “Пожаровзрывобезопасность”, № 3, с. 24-41, 2002.
2. О.В. Кириченко, “Влияние повышенных температур нагрева и внешних давлений на скорость и пределы горения пиротехнических нитратно-циркониевых смесей”, Науковий вісник УкрНДПБ, № 2(26), с. 104-110, 2012.
3. В. Кириченко, П.С. Пашковський, В.А. Ващенко, Ю.Г. Лега, Основи пожежної безпеки піротехнічних нітратомісних виробів в умовах зовнішніх термовпливів. Київ: Наукова думка, 2012.
4. А.А. Шидловский, Основы пиротехники. Москва: Машиностроение, 1973.
5. Н.А. Силян, В.А. Ващенко, Л.Я. Кашпоров и др., Горение металлизированных гетерогенных конденсированных систем. Москва: Машиностроение, 1982.
6. В.А. Ващенко, О.В. Кириченко, Ю.Г. Лега, П.И. Заика, И.В. Яценко, В.В. Цыбулин, Процессы горения металлизированных конденсированных систем. Київ: Наукова думка, 2008.
7. В.А. Ващенко, П.И. Заика, Д.М. Краснов, С.И. Стащенко, Ю.И. Кикоть, “Термодинамические основы прогнозирования пределов горения металлизированных конденсированных систем”, Вісник Сумського державного університету, № 2(13), с. 89-98, 1999

МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Кирьянко Д.В.

Горшков А.Г., кандидат физико-математических наук

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия
им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. В работе рассматриваются мероприятия по предотвращению пожаров и взрывов в технологическом процессе, а также необходимые меры по защите работающих.

Ключевые слова: пожарная опасность, технологический процесс, пожароопасные вещества.

MEASURES TO ENSURE FIRE SAFETY OF THE PROCESS

Kiryanko D.V.

Gorshkov A.G., PhD in Physical and Mathematics sciences

Abstract. The work considers events to prevent fires and explosions in the process, as well as necessary measures to protect workers.

Keywords: fire hazard, process, fire hazardous substances.

Причиной гибели людей в 50-75 % случаев являются дым и токсичные продукты горения. Воздействуя на организм человека, дым вызывает раздражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей, удушье. С продуктами горения связаны такие опасные факторы пожара, как повышенная температура среды, открытый огонь и искры; повышенная температура воздуха, предметов и т.п.; токсичные продукты горения; дым; пониженная концентрация кислорода; обрушение и повреждение зданий, сооружений, установок; взрыв.

Для обеспечения безопасности людей и снижение материального ущерба от пожаров предъявляются следующие требования к системам предотвращения пожара:

- предотвращение образования горючей среды;
- предотвращение образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания;
- поддержание температуры горючей среды ниже максимально допустимой по горючести;
- поддержание давления в горючей среде ниже максимально допустимого по горючести.

При выборе технологических процессов и производственного оборудования необходимо в полной мере учесть требования пожарной безопасности. Для этого при проектировании отдельных приборов, устройств, механизмов проводят анализ пожарной опасности, заключающийся в определении пожаро- и взрывоопасности материалов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и т.п.), используемых в данном производстве, определяют степень пожаро- и взрывоопасности этих веществ, устанавливают причины возможного выхода пожароопасных веществ из агрегатов и установок, а также определяют вероятные источники воспламенения горючих веществ и возможность контакта между ними, пути распространения возникшего пожара (в помещении цеха, по производственным коммуникациям и т.д.). На основе проведенного анализа пожаро- и взрывоопасности

рассматриваемого технологического процесса, оборудования, производства разрабатывают конкретные мероприятия по предотвращению пожаров и взрывов, а также необходимые меры по защите работающих [1].

По пожароопасности лаборатория относится к помещениям категории Д, в которых обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии. Средство пожаротушения – огнетушитель ОП-1.

В связи с опасностью воспламенения горючих растворителей, применяемых для промывки, обезжиривания, окраски, следует заменять горючие растворители (бензин, керосин, спирт) водным раствором хромпика или другими негорючими растворителями. Для уменьшения пожарной опасности технологические процессы рекомендуется проектировать непрерывными.

Большое значение имеет применение контрольно-измерительной аппаратуры, световой и звуковой сигнализации, регулирующей аппаратуры автоматического типа и блокировок безопасности, позволяющих предупредить возникновение опасных ситуаций, а при воспламенении включить специальные устройства для ликвидации пожара.

Молниезащита производственных объектов должна выполняться согласно требованиям СН 305-69 «Указания по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений».

Порядок действий при возникновении пожара:

1. Отключить энергопотребляемое оснащение кабинета.
2. По сигналу «Эвакуация» (в случае возникновения пожара, допускается самостоятельно): в кратчайший срок покинуть помещение, оставив ключ в замке (эвакуироваться).
3. Эвакуацию из здания осуществлять по маршруту изображенному на рисунке 1

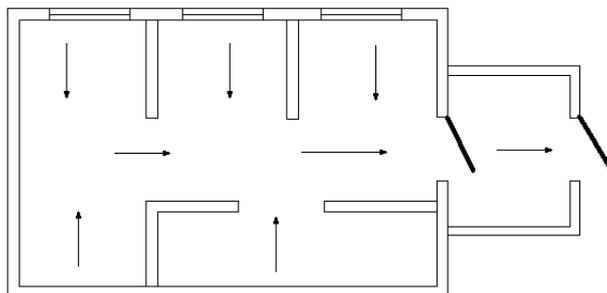


Рисунок 1 – План эвакуации при возникновении пожара

4. Покидать задымленное помещение пригнувшись, чтобы не отравиться дымом, соблюдая осторожность.

5. Чтобы уберечь дыхательные пути от ожогов, по возможности смочить водой ткань (платок, полотенце, часть одежды), прикрыть ею рот и нос. Если открытый огонь, сильная задымленность не позволяет следовать по установленному маршруту эвакуации, используйте окна.

6. После выхода из горящего здания, сосредоточиться в установленном месте для проверки наличия эвакуированных.

Таким образом, разработка мероприятий по обеспечению пожарной безопасности является актуальной задачей, решение которой выступает важным условием в обеспечении пожарной безопасности в производственном помещении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горшков А.Г., Карпенко А.А. Анализ опасности распространения пожара в производстве и меры по обеспечению противопожарной защиты технологического оборудования // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы, Воронеж, Т.1, 2018. – С. 169-171.

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ОПОР ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ (ВЛЭП) МЕТОДОМ ДИНАМИКО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Ковалева С.Д., Нигметов Т.Г., Савинов А.М.

Нигметов Г.М., кандидат технических наук, доцент

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Аннотация. Лесные пожары могут приводить к повреждению ВЛЭП и потере энергообеспечения больших территорий. Для оперативной оценки технического состояния и несущей способности ВЛЭП, попавших в зону воздействия лесных пожаров, предлагается метод динамико-геофизических испытаний.

Ключевые слова: пожары, воздушные линии электропередач, техническое состояние, динамико-геофизические испытания.

ASSESSMENT OF THE LOAD-BEARING CAPACITY OF HIGH-VOLTAGE TRANSMISSION LINE POLES (VLPS) BY THE METHOD OF DYNAMIC AND GEOPHYSICAL TESTS AFTER EXPOSURE TO FOREST FIRES

Kovaleva S.D., Nigmatov T.G., Savinov A.M.

Nigmatov G.M., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. Forest fires can lead to damage to overhead power lines and loss of power supply to large areas. A method of dynamic and geophysical tests is proposed for the rapid assessment of the technical condition and load-bearing capacity of overhead power lines that have fallen into the zone of forest fire impact.

Keywords: fires, overhead power lines, technical condition, dynamics, geophysics, tests.

Основу метода динамико-геофизических испытаний составляет подход, при котором техническое состояние конструктивной системы ВЛЭП оценивается на основе анализа данных полученных по [1,2]:

1. собственным колебаниям диагностируемой части конструктивной системы (опоры, токопроводящей или грозозащитной линии, фундаментов, грунтов);
2. скорости прохождения волн, импульсов по исследуемой части ВЛЭП;
3. акустическим шумам фиксируемых на исследуемой части.

Для динамико-геофизических испытаний применяется многоканальный аппаратно-программный комплекс «Струна».

Рассмотрим пример применения аппаратно-программного комплекса «Струна» для контроля перехода ВЛЭП через реку Печора. Схема перехода представлена на рис. 1.

Для диагностики прочностных, жесткостных и геометрических параметров применялся комплексный метод динамико-геофизических испытаний.

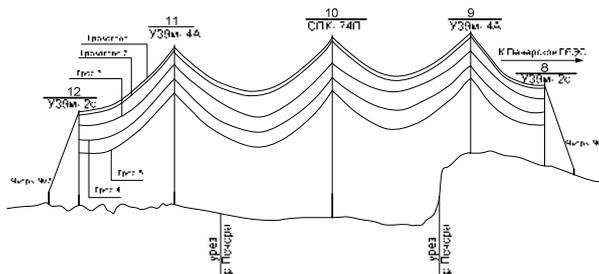
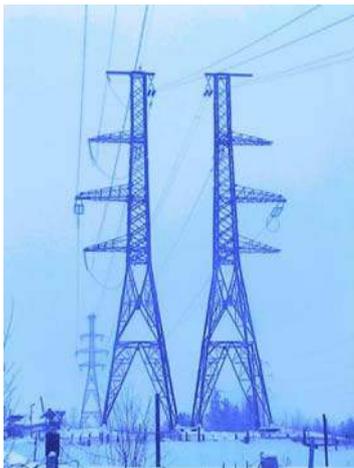


Рис. 1. Схема перехода ВЛЭП через р. Печора

А)



Б)



Рис. 2. Анкерные угловые опоры: А) № 8 У39 М-2с №8 с двумя стойками на переходе ВЛ 220 кВ №241, Б) общий вид анкерной угловой опоры №10 У39 м-4А

Было выполнено 20 испытаний опор, тросов и фундаментов опор перехода через р. Печора. Результаты динамических испытаний приводятся на рис.

Датчики устанавливались между опорами 8 и 9. Датчик 1 устанавливался на грозотрос 2, датчик 2 устанавливался на $\frac{1}{2}$ высоты опоры 9, датчик 3 на основании опоры 9. Снимались фоновые колебания.

Спектры фоновых колебаний опоры, грозотроса 2 и фундамента приведены на рисунке 3.

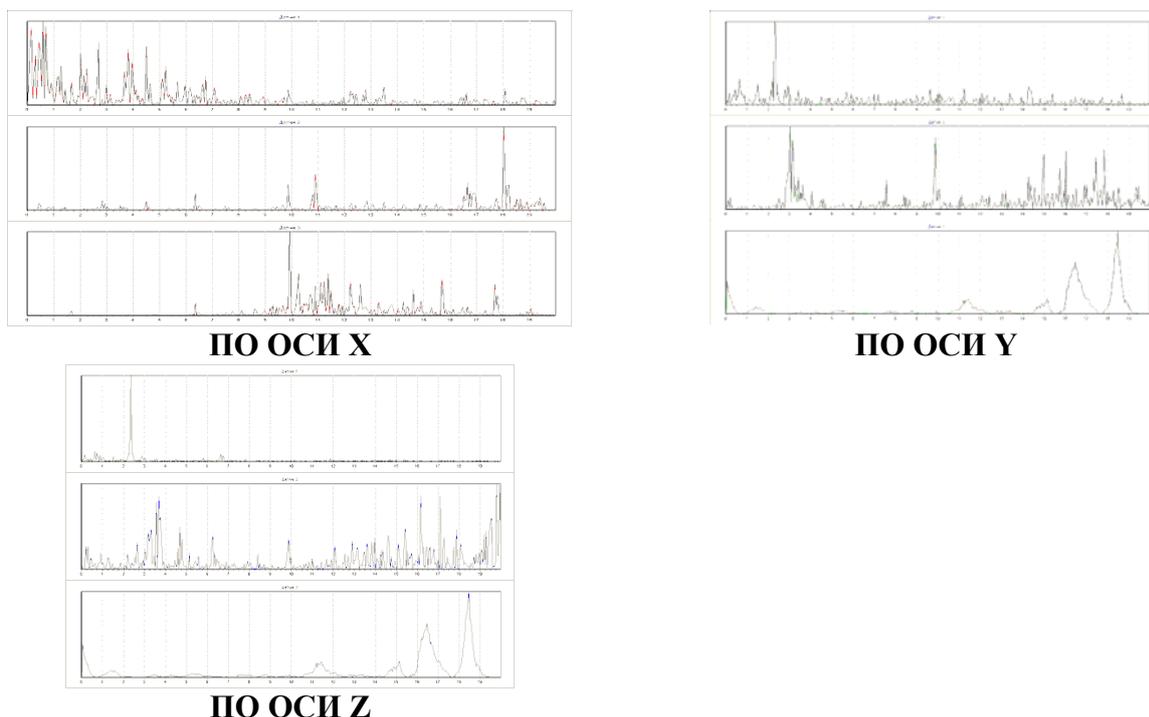


Рис. 3. Результаты динамических испытаний опоры № 9

Результаты динамических испытаний показали, что жесткость опоры по осям X и Y отличается на 6,5 %, что в пределах нормы. Жесткость фундаментов и грунта по осям X и Y отличается на 22,1 %, что требует дополнительных мер по контролю основания опоры. При отличии жесткостей на 30% и более необходимо принять меры по усилению основания опоры по оси X (вдоль направления ЛП).

Применение метода динамико-геофизических испытаний для оценки ВЛЭП после воздействия лесных позволит повысить оперативность, надежность и экономичность

диагностических испытаний по оценке технического состояния оснований опор, опор и линий ВЛЭП.

Метод может применяться в любое время года.

Аппаратно-программные комплексы метода динамико-геофизических испытаний могут быть установлены для постоянного мониторинга технического состояния ВЛЭП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нигметов Г.М., Рыбаков А.В., Савинов А.М., Нигметов Т.Г. Современные подходы к оценке опасности обрушения сооружений. //Технологии гражданской безопасности Том 15, 2018, №2(56), С. 26-29.
2. Нигметов Г.М., Акатьев В.А., Савинов А.М., Нигметов Т.Г. Оценка сейсмостойкости зданий динамико-геофизическим методом с учетом особенности взаимодействия сейсмической волны с системой «грунт-сооружение» //Строительная механика и расчет сооружений. 2018. Вып. 1. С. 24-30.

УДК 614

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ковальчук Н.В.

ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России»

Аннотация. Статья описывает особенности функционирования Федеральной противопожарной службы в России. Рассмотрены состояние обстановки с пожарами, результаты надзора и контроля в области пожарной безопасности, оперативность деятельности сил и средств по тушению пожаров.

Ключевые слова: федеральная противопожарная служба, пожар, пожарная безопасность, надзор и контроль в области пожарной безопасности.

FEATURES OF FUNCTIONING OF THE FEDERAL FIRE-FIGHTING SERVICE IN THE RUSSIAN FEDERATION

Kovalchuk N.V.

Abstract. The article describes the features of the functioning of the Federal Fire Service in Russia. The state of the situation with fires, the results of supervision and control in the field of fire safety, the efficiency of the activities of forces and means to extinguish fires are considered.

Keywords: federal fire service, fire, fire safety, supervision and control in the field of fire safety.

Во всем мире пожары наносят огромный ущерб экономике стран, поэтому предупреждение и борьба с пожарами являются важнейшей функцией государства. В России решение этой задачи возложено на Министерство России по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [5], которое имеет разветвленную структуру, охватывающую все органы власти от муниципального до федерального уровня.

Для целей пожарной охраны в МЧС России есть специальное спасательное подразделение – Государственная противопожарная служба. В Государственную противопожарную службу входят федеральная противопожарная служба и противопожарная служба субъектов России.

Федеральная противопожарная служба Государственной противопожарной службы (далее – ФПС МЧС России) входит в систему МЧС России [1].

Защита от пожаров особо важных и режимных объектов является наиважнейшей задачей ФПС МЧС России. Специфика работы ФПС МЧС России неразрывно связана со спецификой охраняемых объектов и основных производств на них. Обеспечение пожарной безопасности объектов, имеющих особо важное государственное значение, является основным направлением деятельности ФПС МЧС России. К ним относятся: предприятия военно-промышленного комплекса, ядерной, химико-биологической, авиационно-космической отраслей, объекты высших органов государственной власти, а также закрытые административно-территориальные образования, особо важные и режимные организации [2, с. 542].

В специальных подразделениях ФПС МЧС России ежедневно на дежурство заступает свыше 5 тысяч человек. Каждый день в боевом расчете находится до тысячи единиц основной и специальной пожарной техники. Ежегодно специальные пожарные подразделения свыше 50 тыс. раз выезжают на пожары, аварии, на учения и различные тренировки.

В настоящее время на территории России создана единая система реагирования, включающая в себя 85 территориальных подсистем, в состав которых входит 1575 местных пожарно-спасательных гарнизонов, объединивших под единым руководством все пожарные и аварийно-спасательные формирования независимо от их ведомственной принадлежности.

Пожарные имеют на вооружении сотни единиц современной техники, в том числе многофункциональные робототехнические комплексы. Внедрение инновационных разработок в области обеспечения пожарной безопасности привело к созданию опытных образцов и модернизации ранее имеющейся техники. В настоящее время в пожарно-спасательных подразделениях используются следующие виды дорогостоящей и наукоемкой техники: пожарный автомобиль быстрого реагирования насосно-рукавного типа ПАБР-2,0-20/200 (рис. 2.23); пожарный автомобиль газового тушения АГТ-4000 (рис. 2.24); пожарный автомобиль дымоудаления АД-90-22 (рис. 2.25); автомобиль пожарно-спасательного контейнерного типа АПСК (43118) и др.

Специальные подразделения ФПС МЧС России участвуют в тушении природных пожаров, пожаров в городах и населенных пунктах, в сельской местности. Сотрудники привлекаются к ликвидации последствий как техногенных, так и природных чрезвычайных ситуаций, реагируют на дорожно-транспортные происшествия [3, с. 336].

Так, в 2019 г. на территории России зарегистрировано 471 357 пожаров, при которых погибло 8567 чел. и получило травмы 9477 чел., в том числе на объектах и территориях федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих самостоятельный учет пожаров и их последствий, произошло 111 пожаров, на которых погибло 8 чел. и 16 чел. получило травмы. МЧС России зарегистрировано 471 246 пожаров, на которых погибло 8559 чел. и получил травмы 9461 чел. Прямой материальный ущерб от пожаров причинен в размере 18 170,4 млн руб. При пожарах спасено 226 319 чел., в том числе эвакуировано 185 786 чел. Спасено материальных ценностей на сумму более 62,2 млрд руб.

Наибольшее количество пожаров зарегистрировано на объектах, расположенных на открытых территориях, в том числе горение мусора, сухой растительности, – 295 998 ед. (62,8 % от общего числа пожаров по России). В зданиях и сооружениях произошло 154 978 пожаров (32,9 %), на транспортных средствах – 17 896 ед. (3,8 %), на иных объектах – 2554 ед. (0,6 %).

Относительные показатели, характеризующие обстановку с пожарами в России в 2019 г., следующие:

- количество пожаров, приходящееся на 100 тыс. чел. населения, – 321,03 ед.;
- прямой материальный ущерб, приходящийся на один пожар, – 38,53 тыс. руб.;
- количество погибших при пожарах людей на 100 тыс. чел. населения – 5,83 чел.;
- количество травмированных при пожарах людей на 100 тыс. чел. населения – 6,45 чел. [4, с. 64]

В 2019 г. ФПС МЧС России организовано и проведено более 114 тыс. плановых проверок. Процент реализации плана плановых проверок составил 97 %. По результатам проведения плановых проверок надзорными органами выявлено свыше 700 тыс. нарушений требований пожарной безопасности. Наряду с этим проведено 150 тыс. внеплановых выездных проверок, по итогам которых выявлено более 400 тыс. нарушений.

Процент выполнения предписаний ФПС МЧС России, согласно установленным срокам по результатам проверок, составил 83 %. О неудовлетворительном противопожарном состоянии объектов защиты направлено 89 тыс. информационных в органы власти, в том числе 33 215 – в органы прокуратуры.

Всего за отчетный период устранено свыше 930 тыс. нарушений требований пожарной безопасности, выявленных при проведении надзорных мероприятий.

В настоящее время на учете МЧС России находится более 9,6 тыс. объектов указанной категории, из них:

- социальной защиты населения – 4228 объектов;
- здравоохранения – 2460 объектов;
- образования – 2952 объекта.

В 2019 г. проведено 6,2 тыс. проверок противопожарного состояния рассматриваемых объектов, в ходе которых выявлено более 1,2 тыс. учреждений с нарушениями требований пожарной безопасности. Реализованный комплекс надзорно-профилактических мероприятий позволил устранить порядка 7 тыс. нарушений противопожарных требований [4, с. 71]

Пожары, чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера (наводнения, катастрофы с авиационными и речными суднами, другие происшествия) требуют совершенствования механизма оперативного реагирования сил и средств ФПС МЧС России. Одними из основных задач в деятельности МЧС России по этому направлению являются: снижение времени реагирования на пожары и другие чрезвычайные происшествия; проведение комплекса работ, направленных на доведение до минимального уровня негативных последствий пожаров.

Показатель среднего времени сообщения о пожаре за пятилетний период по России стабильно снижается и за 2019 г. составил 1,47 мин. С 2015 по 2019 г. среднее время сообщения о пожаре снизилось на 25,7 %. Причинами снижения среднего времени сообщения о пожаре являются: наличие автоматической пожарной сигнализации на объектах организаций; проводимая среди населения пропаганда; информирование в средствах массовой информации о номерах телефонов экстренных служб; совершенствование материально-технической базы телефонных операторов; общедоступность средств связи, а также личная ответственность граждан.

Среднее по стране время прибытия первого пожарного подразделения к месту вызова с 2015 по 2019 г. увеличилось на 11,4 %. Однако этот показатель в течение 5 лет имеет стабильные значения – от 8,1 до 9,1 мин. В основном время прибытия пожарного подразделения в течение последних пяти лет в городах и сельской местности не превышало установленных нормативных значений согласно Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности (10 мин – для городов, 20 мин – для сельской местности). Устойчивость этого показателя обеспечивается: созданием новых подразделений пожарной охраны, добровольных пожарных дружин; детальным изучением районов выезда; организацией взаимодействия с ЖКХ районов в целях получения информации о перекрытых и закрытых проездах; оснащением подразделений современной пожарной техникой; повышением профессиональных навыков водительского состава.

Среднее время ликвидации пожара по России за последние 5 лет имеет устойчивое значение – от 8,36 до 9,35 мин. Стабильность этого показателя обусловлена своевременным реагированием подразделений пожарной охраны на пожары, внедрением новых современных технологий пожаротушения и качественной подготовкой личного состава дежурных караулов.

Таким образом, в течение последних пяти лет основные показатели оперативного реагирования подразделений ФПС МЧС России имеют устойчивые значения.

Для целей совершенствования оперативной деятельности, а также борьбы с пожарами пожарно-спасательными гарнизонами субъектов России в повседневной работе ФПС МЧС России реализуются следующие основные функции: мониторинг и прогнозирование ЧС; оценка складывающейся обстановки. Кроме того, осуществляется целенаправленное воздействие на звенья территориальных ФПС МЧС России; создаются условия для принятия управленческих решений, направленных на предупреждение и ликвидацию пожаров; организуется проведение пожарно-тактических учений с привлечением сил и средств ФПС МЧС России на крупных объектах.

Проводится обучение личного состава пожарно-спасательных подразделений и начальствующего состава в школах повышения оперативного мастерства. При проведении занятий проводится практическая отработка приемов и способов поиска и спасения людей, приемов и способов прокладки магистральных линий. При проведении занятий по решению пожарно-тактических задач особое внимание уделяется тренировке руководителей тушения пожара по рациональному распределению имеющихся сил и средств дежурного караула в условиях недостатка численности отделений.

Для обеспечения мероприятий, направленных на повышение эффективности тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ пожарно-спасательными подразделениями: осуществляются составление, корректировка и отработка документов предварительного планирования на местности с привлечением администрации объекта; проводится проверка работоспособности, исправности гидрантов и пожарных водоемов дежурными сменами в районе выезда пожарно-спасательных подразделений.

Таким образом, сегодня ФПС МЧС России – это единая система с четко отработанной управленческой и штатной структурой. Это большой коллектив, дислоцирующийся по всей территории страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. О федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы: постановление Правительства РФ от 20.06.2005 № 385 // Собрание законодательства РФ. – 2005. – № 26. – Ст. 2649.
2. Квасов В.В., Романова Н.В., Сметанкина Г.И. Методы и практика профилактической работы в области пожарной безопасности в специальных управлениях ФПС МЧС России // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2017. Т. 1. № 8. С. 541-544.
3. Сметанкина Г.И. Совершенствование деятельности структурного подразделения МЧС России на основе оптимизации использования рабочего времени // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. Т. 1. № 1 (7). С. 335-337.
4. 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.
5. Официальный сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. URL: <https://www.mchs.gov.ru/>.

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Колесник В.Д.

Пелешко М.З., кандидат технических наук, доцент

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

Аннотация. Показано, что профилактика пожаров в зданиях здравоохранения является делом не только руководителей учреждений, а также выполнением каждым медработником своих функциональных обязанностей со строгим соблюдением правил пожарной безопасности.

Ключевые слова: профилактика, пожар, здания здравоохранения, пожарная безопасность, эвакуация, противопожарный режим.

FIRE SAFETY IN HEALTH INSTITUTIONS

Kolesnyk V.D.

Peleshko M.Z., PhD, Associate Professor

Lviv State University of Life Safety

Abstract. It has been shown that the prevention of fires in health-care buildings is not only the responsibility of the head of the institution, but also the responsibility of each health-care worker to perform his or her functional duties in strict compliance with fire safety regulations.

Keywords: prevention, fire, health care, fire safety, evacuation, fire safety.

Пожарной безопасности учреждений здравоохранения необходимо уделять особое внимание как объектам с временным и постоянным пребыванием тяжело больных людей. В обеспечении пожарной безопасности учреждений здравоохранения, расположенных в крупных городах, так и в малых населенных пунктах, есть много общего: площадь, этажность, место застройки больничных заведений часто коррелируется размерами населенных пунктов и численностью населения.

Учреждение здравоохранения - юридическое лицо любой формы собственности и организационно-правовой формы, или его обособленное подразделение, основной задачей которого является обеспечение медицинского и фармацевтического обслуживания граждан [3].

Современное учреждение здравоохранения обычно напоминает достаточно сложный и большой за площадью комплекс помещений (зданий, сооружений), где внутри находятся совершенно разные за возможностью адекватно действовать в условиях чрезвычайной ситуации группы людей, включая и нетранспортабельных.

В процессе обеспечения пожарной безопасности необходимо учитывать как характеристики зданий, помещений, оборудования, веществ и материалов, применяемых, так и вышеупомянутые особенности людей, которые там находятся, количество и подготовленность персонала.

Основные требования пожарной безопасности для учреждений здравоохранения содержатся в Правилах пожарной безопасности в Украине, ДБН В.2.2-10-2001 «Заклади охорони здоров'я», ДБН В. 1.1-7: 2016 «Пожеждна безпека об'єктів будівництва» ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будівлі та споруди», ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту».

В Украине есть много учреждений здравоохранения, которые были построены еще 70-80 годах XX века, состояние которых является неудовлетворительным с точки зрения пожарной безопасности. На данный момент многие здания переоборудуются, реконструируются под больницы, санаторно-курортные учреждения, часто эти здания не приспособлены, достаточно старые и изношенные. Примером такой ситуации может быть пожар в доме престарелых «Золотое время» в Харькове 21 января. Пожар возник около 15:00 и как следствие погибли 15 человек, пятеро госпитализированы с ожогами, отравлением угарным газом и в состоянии стресса. Еще один пожар в COVID-отделении запорожской областной больницы: погибла врач и трое пациентов на ИВЛ, пожар произошел в 23:25, 4 февраля [4].

Выше указанные события показывают, что пожары в учреждениях здравоохранения (больницах, поликлиниках, интернатах, лечебно-профилактических учреждениях и т.п.) приводят к гибели людей и к значительным материальным убыткам [4].

Тушение пожаров в таких зданиях осложняется наличием больных с непредсказуемым поведением, возникновением паники, наличием людей с ограниченными физическими возможностями, наличием непрерывных процессов таких как операции, реанимационные блоки и нетранспортабельные больные, большой загруженности горючими материалами, наличием большого количества медикаментов на основе ЛВЖ и ГЖ, горючей рентгеновской пленки, химических реактивов, баллонов с газами и т.п., наличием ценной и уникальной аппаратуры, наличием оборудования с радиоактивными элементами, наличием бактериологических препаратов и другое.

В учреждениях здравоохранения при пожаре очень быстрое распространение огня и дыма происходит по лестничным клеткам и по коридорам, а также через незащищенные проемы в конструктивных элементах здания. Дым и продукты быстро распространяются в выше расположенные этажи из коридоров шахтами лестнично-лифтовых узлов, что может препятствовать эвакуации людей [1-3]. Также интенсивному распространению огня и дыма способствуют системы вентиляции, воздушного отопления, мусоропроводы, а также полости в конструкциях зданий.

Приказами руководителей учреждений здравоохранения определены лица, ответственные за соблюдение противопожарного режима, разрабатываются планы мероприятий по устранению выявленных нарушений, приводятся в соответствие с действующими нормативными актами приказы, положения, инструкции, схемы эвакуации в случаи возникновения пожара, совершенствуются меры по обеспечению пожарной безопасности, отрабатываются алгоритмы действий в случае возникновения пожара или других чрезвычайных ситуаций.

Вместе с тем профилактика пожаров является делом не только руководителей учреждений и их отделений, а также выполнение каждым медработником своих функциональных обязанностей на основании строгого соблюдения правил пожарной безопасности способствует надежной профилактики пожаров.

При этом не следует забывать о пациентах, которые должны быть ознакомлены с правилами пребывания в лечебно-профилактических учреждениях и соблюдать противопожарные требования.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.1-7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ, 2017. 41 с.
2. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Київ, 2019. 43 с.
3. ДБН В.2.2-10:2018. Будинки та споруди. Заклади охорони здоров'я. Київ, 2001. 171 с.
4. Офіційний сайт ДСНС України. Київ, 2020. URL: <http://www.dsns.gov.ua>

ОЦЕНКА РИСКА ПРИ ПОЖАРАХ В ЗДАНИЯХ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ: ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Коткова Е.А.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения методов имитационного моделирования и машинного обучения в решении задачи оценки риска при пожарах в зданиях с массовым пребыванием людей. Выявлены фундаментальные различия между подходами и преимущества их применения.

Ключевые слова: имитационное моделирование, машинное обучение, эвакуация, риск, управление.

RISK ASSESSMENT FOR FIRES IN BUILDINGS WITH A MASSIVE POPULATION: POSSIBILITIES OF APPLYING METHODS OF SIMULATION AND MACHINE LEARNING

Kotkova E.A.

Abstract. The article discusses the possibilities of using simulation and machine learning methods in solving the problem of risk assessment in case of fires in buildings with a massive presence of people. The fundamental differences between the approaches and the advantages of their application are revealed.

Keywords: simulation, machine learning, evacuation, risk, management.

Возможность оценки реального уровня безопасности в случаях пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей напрямую связана с необходимостью создания моделей реальных систем, изучение которых дает возможности определения условий и управленческих решений для предупреждения и предотвращения чрезвычайных ситуаций, минимизации возможных последствий.

Существуют различные подходы к прогнозированию и оценке риска при пожарах. В данном исследовании рассматривается применение методов имитационного моделирования [1, 2] и машинного обучения [3, 4].

Как имитационное моделирование, так и машинное обучение позволяют создавать модели реального мира. Проведение экспериментов с реальными системами зачастую слишком сложно и требует больших временных затрат, а порой и вовсе невозможно. В связи с этим целесообразно применение моделей, которые помогают выявить некоторые закономерности того или иного процесса, а также проводить эксперименты без риска.

Сущность применения машинного обучения заключается не в прямом решении тех или иных задач, а обучение на множестве сходных задач (либо на прецедентах, либо на формализованных знаниях экспертов). Существует множество методов и способов машинного обучения. Основными способами машинного обучения являются (рис. 1):

- 1) обучение с учителем;
- 2) обучение без учителя;
- 3) обучение с частичным привлечением учителя;
- 4) обучение с подкреплением.

Когда речь идет о машинном обучении, в большинстве случаев подразумевается обучение с учителем. Это не означает, что обучение без учителя нельзя использовать вместе

с имитационным моделированием. Однако обучение с учителем по своей сути имеет больше возможностей для использования результатов имитационного моделирования и в данном смысле лучше подходит.

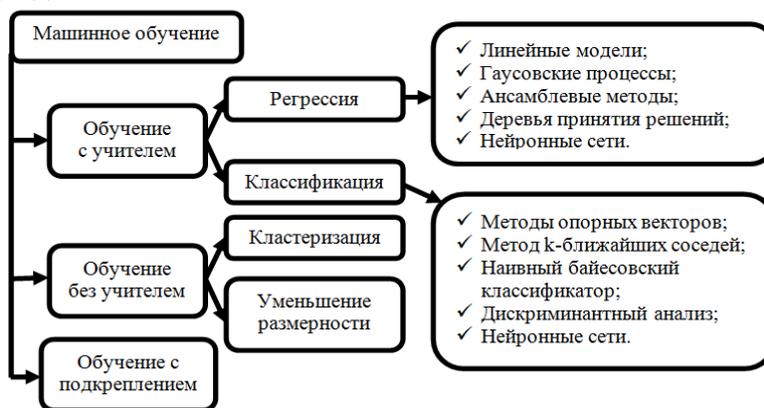


Рисунок 1. Способы машинного обучения

При анализе большого количества сценариев в обучении с учителем данные вводятся в алгоритм как набор наблюдений вместе с результатами. Цель состоит в том, чтобы выявить закономерности из набора данных. Обучение с учителем позволяет решать задачи:

- ✓ регрессии, которая используется для прогнозирования некоторых количественных значений;
- ✓ классификации, которая используется для прогнозирования категориальных значений.

Для решения данных задач при обучении с учителем существует множество методов и алгоритмов (рис. 1).

Имитационное моделирование представляет собой инструмент для прогнозирования, позволяющий провести оценку принимаемых решений до их непосредственной реализации. По сравнению с другими инструментами имитационное моделирование позволяет обрабатывать временные и причинно-следственные зависимости. Кроме того, имитационное моделирование позволяет прогнозировать в условиях неопределенности (рис. 2).



Рисунок 2. Схема имитационного моделирования

Для решения задачи оценка риска при пожарах в зданиях с массовым пребыванием людей в качестве входных данных могут использоваться:

- планы зданий с путями эвакуации;
- максимальная вместимость людей в здании;
- фактическое количество людей в здании с местами их размещения;
- скорость перемещения людей в здании и др.

На выходе модели могут быть получены результаты оценки:

- времени эвакуации людей из здания;
- количества эвакуированных за заданный период времени;
- количества пострадавших и др.

Исследование двух рассматриваемых подходов к моделированию и прогнозированию риска позволило выявить некоторые фундаментальные различия между подходами. Имитационное моделирование имеет свои прогностические возможности из-за наличия

причинно-следственных связей, встроенных в модель. Построение имитационной модели состоит в том, чтобы сначала идентифицировать параметры компонентов системы, а затем обеспечить структурное подобие модели реальной системе. При построении модели машинного обучения исследователь фокусирует внимание на выявлении закономерностей и корреляций в имеющихся данных. В большинстве случаев для выявления этих закономерностей не требуется сосредоточение внимания на изучении непосредственного функционирования реальных систем.

Каждый из двух рассматриваемых подходов характеризуется определенными преимуществами для оценки риска при пожарах в зданиях с массовым пребыванием людей (табл.1).

Таблица 1. Преимущества применения методов машинного обучения и имитационного моделирования для решения задачи оценки риска

Машинное обучение	Имитационное моделирование
<ul style="list-style-type: none"> ✓ отсутствует необходимость раскрывать неявные правила и зависимости управленческих решений и возможных состояний исследуемого объекта (все они содержатся в данных); ✓ быстрые и надежные прогностические модели (могут использоваться для прогнозирования будущих результатов на основе ретроспективных данных); ✓ ускорение принятия решений для достижения требуемого результата; ✓ возможность обрабатывать информацию о состоянии объекта в реальном времени и корректировать управленческие решения. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ рассмотрение динамики объекта, учет стохастических факторов и возможность оценки результатов в любой момент функционирования исследуемого объекта; ✓ изучение правил и причинно-следственных связей, которые определяют процесс функционирования объекта, анализ влияния принимаемых решений на результат; ✓ изучение новых сценариев, которые ранее не рассматривались и не учитываются во множестве ретроспективных данных; ✓ возможность визуализации влияния управленческих решений перед их практической реализации.

Проведенные исследования позволили выявить, что каждый подход обладает некоторыми уникальными качествами и перспективными возможностями. В решении задачи оценки и управления риском при пожарах в зданиях с массовым пребыванием людей видится логичное решение в объединении данных подходов, используя возможности применения, как имитационного моделирования, так и машинного обучения, чему будут посвящены дальнейшие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стольникова Л.Г., Матвеев А.В. Имитационная модель эвакуации людей из здания в случае пожара // Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности: Материалы I Международной научно-практической конференции. – СПб.: Петровская академия наук и искусств. 2018. – С. 81-86.
2. Каменский Д.П., Горяев Н.А. Имитационное моделирование и система поддержки принятия решений // Вестник МГСУ. – 2011. – №. 6.
3. Валеев С.С., Кондратьева Н.В. Система безопасности организационно-технических систем с элементами самообучения // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2018). – 2018. – С. 225-227.
4. Королев Д.С., Калач А.В., Каргашилов Д.В. Определение времени эвакуации людей с применением метода прогнозирования основанного на использовании дескрипторов и искусственных нейронных сетей // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2016. – №. 2 (24).

РАЗВИТИЕ ВОЗМОЖНЫХ ПОЖАРОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ВСЛЕДСТВИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ИНИЦИИРУЮЩИХ ПОЖАРООПАСНУЮ СИТУАЦИЮ СОБЫТИЙ

Кошелева Е.В., Клинтух Е.А.

Кадочникова Е.Н. кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В работе обсуждается необходимость разработки перечня пожароопасных аварийных ситуаций при проведении расчетов пожарного риска и основные этапы построения логических деревьев событий.

Ключевые слова: пожарная опасность, риски, дерево событий.

DEVELOPMENT OF POSSIBLE FIRES ARISING FROM THE IMPLEMENTATION OF EVENTS INITIATING A FIRE HAZARD SITUATION

Kosheleva E.V., Klintukh E.A.

Kadochnikova E.N. PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

St. Petersburg University GPS EMERCOM of Russia

Abstract. The work discusses the need to develop a list of fire hazard emergencies during fire risk calculations and the main stages of building logical event trees.

Keywords: fire hazard, risks, event tree.

Полностью проанализировать все многообразие пожароопасных аварийных ситуаций на достаточно крупном объекте в ряде случаев может не представляться возможным. При этом предполагается рассмотрение широкого перечня пожароопасных аварийных ситуаций, которые имели место в практике эксплуатации рассматриваемых объектов. Поэтому при проведении расчетов пожарного риска должен быть разработан перечень пожароопасных аварийных ситуаций. Основными методами являются объединение пожароопасных аварийных ситуаций в группы типовых пожароопасных аварийных ситуаций и исключение ситуаций с незначительным риском.

Для каждого участка, технологической установки, здания, объекта выделяются группы пожароопасных ситуаций, которым соответствуют одинаковые модели возникновения и развития пожара.

Например, при анализе пожароопасных ситуаций, связанных с разгерметизацией технологического оборудования, рассматриваются утечки при различных диаметрах истечения (в том числе максимальные – при полном разрушении оборудования или подводящих/отводящих трубопроводов).

Для определения возможных сценариев возникновения и развития пожаров (согласно методике, изложенной в приказе МЧС России № 404), рекомендуется использовать метод логических деревьев событий [1].

При построении логических деревьев событий учитываются следующие положения:

- выбирается пожароопасная ситуация, которая может повлечь за собой возникновение аварии с пожаром с дальнейшим его развитием;
- развитие пожароопасной ситуации и пожара должно рассматриваться постадийно с учетом места ее возникновения на объекте оценки риска, уровня потенциальной опасности каждой стадии и возможности ее локализации и ликвидации;

– переход с рассматриваемой стадии на новую определяется возможностью либо локализации пожароопасной ситуации или пожара на рассматриваемой стадии, либо развития пожара, связанного с вовлечением расположенных рядом технологического оборудования, помещений, зданий и т.п. в результате влияния на них опасных факторов пожара, возникших на рассматриваемой стадии. Условные вероятности переходов пожароопасной ситуации или пожара со стадии на стадию одной ветви или с ветви на ветвь определяются, исходя из свойств вовлеченных в пожароопасную ситуацию или пожар горючих веществ, условной вероятности реализации различных метеорологических условий, наличия и условной вероятности эффективного срабатывания систем противоаварийной и противопожарной защиты, величин зон поражения опасными факторами пожара, объемно-планировочных решений и конструктивных особенностей оборудования и зданий производственного объекта;

– переход со стадии на стадию, как правило, отображается в виде соединяющих линий со стрелками, указывающими направления развития пожароопасной ситуации и последующего пожара. При этом соединения стадий должны отражать вероятностный характер события с выполнением условия «или» или «да», «нет»;

– для каждой стадии рекомендуется устанавливать уровень ее опасности, характеризующийся возможностью перехода пожароопасной ситуации или пожара на соседние с пожароопасным участки объекта;

– при повторении одним из путей части другого пути развития для упрощения построения логического дерева событий иногда вводят обозначение, представляющее собой соответствующую линию со стрелкой и надпись «на стадию (код последующей стадии)» [2].

Построение логического дерева событий позволяет определить развитие возможных пожароопасных ситуаций и пожаров, возникающих вследствие реализации инициирующих пожароопасную ситуацию событий. Анализ дерева событий представляет собой «осмысливаемый вперед» процесс, то есть процесс, при котором исследование развития пожароопасной ситуации начинается с исходного события с рассмотрением цепи последующих событий, приводящих к возникновению пожара.

Сценарий возникновения и развития пожароопасной ситуации (пожара) на логическом дереве отражается в виде последовательности событий от исходного до конечного события (далее - ветвь дерева событий).

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ МЧС России от 10 июля 2009 года № 404. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах.
2. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов. – М.: ВНИИПО, 2010. – 125 с.

ОБЗОР НОРМИРУЕМЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ПОЖАРА ПРИ ОЦЕНКЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ КОСНТРУКЦИЙ

Крючков Г.И.

Голованов В.И., доктор технических наук

ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

Аннотация. На основе обзора отечественной и зарубежной нормативных базы, по испытанию и расчету строительных конструкций на огнестойкость установлены нормируемые температурные режимы пожаров. Представлены для сравнения расчетные значения пределов огнестойкости стальных конструкций при стандартном пожаре и температурном режиме горения углеводородов. Предлагается проведение дальнейших исследований по гармонизации нормативных документов с учетом углеводородного, тоннельного и других нормируемых режимов пожара.

Ключевые слова. строительные конструкции, предел огнестойкости, средства огнезащиты, огнезащитные покрытия, углеводородный режим пожара.

REVIEW OF STANDARDIZED FIRE TEMPERATURE CONDITIONS IN ASSESSING THE FIRE RESISTANCE OF STEEL STRUCTURES

Kryuchkov G.I.

Golovanov V.I., Grand PhD in Technical Sciences

State Fire Academy of Emercom of Russia

Abstract. On the basis of the review of domestic and foreign normative base, on the test and calculation of building structures for fire resistance the rated temperature conditions of fires are established. Presented for comparison the calculated values of fire resistance limits of steel structures in a standard fire and the temperature mode of hydrocarbon combustion. It is proposed to carry out further research on harmonization of normative documents taking into account hydrocarbon, tunnel and other normalized fire modes.

Keywords: building structures, fire resistance limit, fire protection means, flame retardant coatings, hydrocarbon fire regime.

Потеря несущей способности несущих строительных конструкций происходит при значительно более высоких температурах, чем та, которую может выдержать человеческий организм. Поэтому наступление предельно допустимых показателей опасных факторов пожара в помещении происходит на более ранней стадии пожара, чем среднеобъемная температура, при которой происходит обрушение конструкций. На схеме (рис. 1) показаны отличительные характеристики температурного режима реального пожара в помещении от стандартного. При реальном режиме в начальный момент времени можно установить 2 фазы: возгорания и развития, которые мало влияют на фактический предел огнестойкости строительных конструкций. Поэтому нормируемые режимы пожара, которые приняты при оценке огнестойкости конструкций экспериментальным или расчетным методами учитывают только фазу развитого пожара, без фазы возгорания и затухания.

В результате многочисленных исследований температурных режимов реальных пожаров в жилых, общественных, административных зданиях, а также объектов

нефтегазового комплекса и на основе отечественного и зарубежного опыта российские нормативные документы в области огнестойкости конструкций регламентируют стандартный (целлюлозный), наружный, углеводородный, медленно развивающийся (тлеющий) [1,2]. В зарубежных нормативных документах дополнительно выделяют температурно-временные кривые для пожаров, которые возникают в автодорожных туннелях глубокого заложения большой протяженности (рис. 2).

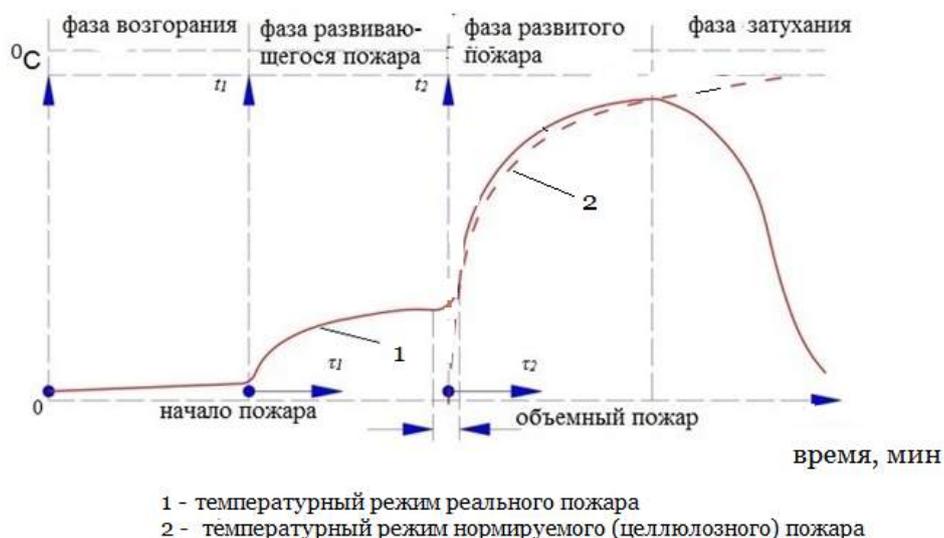


Рисунок 1 – Фазы развития пожара в помещении

Стандартная температурная кривая горения была разработана Международной организацией по стандартизации (ISO) в 1960-х гг. и легла в основу методик испытаний строительных конструкций зданий на огнестойкость. В Российской Федерации методика регламентирована национальным стандартом ГОСТ 30247.0-94 (Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования).

Температурно-временная кривая описывается зависимостью:

$$t_E - t_H = 345 \cdot \lg(8\tau + 1), \quad (1)$$

где t_E – температура в огневой камере, °C;
 t_H – начальная температура в огневой камере, °C;
 τ – время, прошедшее с момента начала испытания, мин.

На сегодняшний день, по статистике, в России ежегодно происходит более 250 тыс. пожаров, наиболее крупные из них – пожары на объектах нефтегазовой отрасли. Если на таких объектах происходит возгорание нефтепродуктов, то необходимо понимать, что интенсивность горения и температуры будут значительно отличаться от «стандартного» температурного режима пожара [3]. Поэтому огневые испытания строительных конструкций, которые используются для объектов нефтегазовой промышленности, следует проводить при углеводородном температурном режиме.

С выходом ГОСТ Р ЕН 1363-2-2014 (Конструкции строительные. Испытания на огнестойкость. Часть 2: Альтернативные и дополнительные методы) установлены дополнительные методы испытаний конструкций на огнестойкость. Для углеводородного горения температурно-временная кривая в огневой камере задается следующей зависимостью:

$$t_E = 1080 \cdot (1 - 0,325e^{-0,167\tau} - 0,675e^{-2,5\tau}) + 20, \quad (2)$$

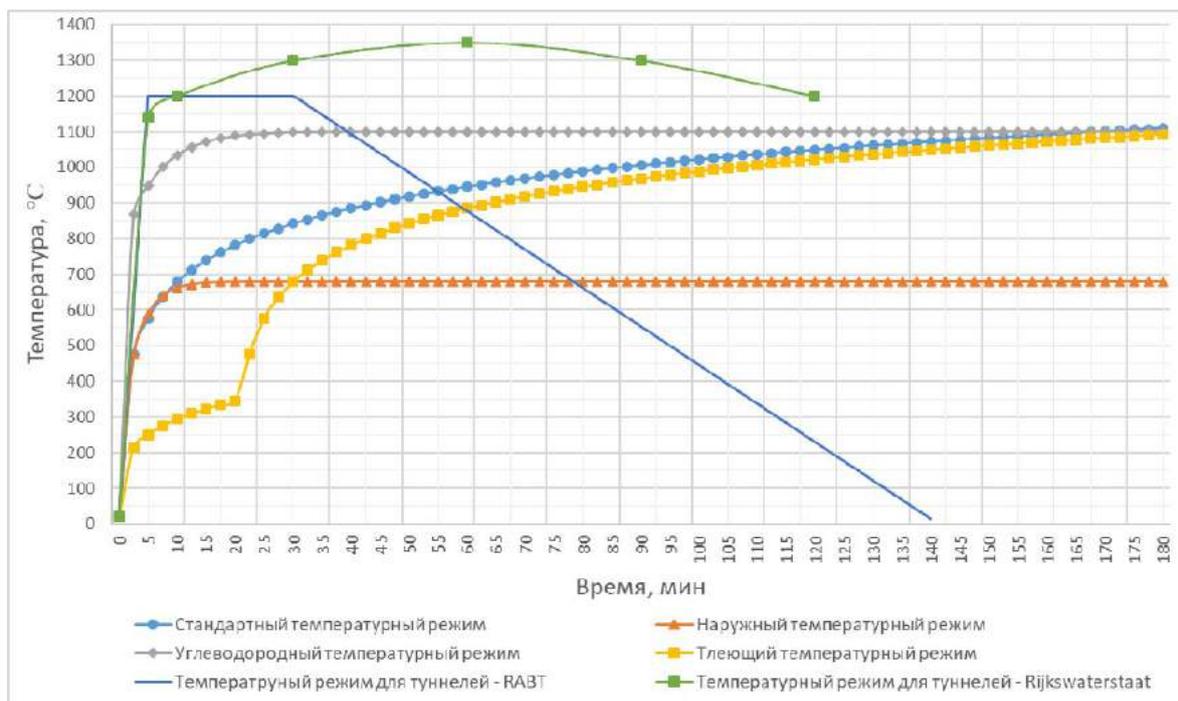


Рисунок 2 – Нормируемые температурные режимы пожаров

Требования по огнестойкости к наружным строительным конструкциям здания, которые могут быть подвержены воздействию внешнего пожара, распространяющегося от соседнего здания, устанавливаются при испытаниях наружным температурным режимом. Кривая данного режима выражается следующим уравнением:

$$t_B = 660 \cdot (1 - 0,687e^{-0,32\tau} - 0,313e^{-2,8\tau}) + 20, \quad (3)$$

Медленно развивающийся (тлеющий) температурный режим рекомендовано использовать при оценке огнезащитной эффективности вспучивающихся красок EN 13381 (Методы огневых испытаний стальных конструкций с огнезащитными вспучивающимися красками). Предел огнестойкости, определенный при испытаниях согласно стандартному температурному режиму, может значительно отличаться по сравнению с пределом огнестойкости, определенным в условиях медленно развивающегося температурного режима. В таких случаях при испытаниях в огневой камере задается температура, представленная на графике рис. 1 и выраженная следующей зависимостью:

при $0 < \tau \leq 21$

$$t_B = 154 \cdot \tau^{0,25} + 20, \quad (4)$$

при $\tau > 21$

$$t_B = 345 \cdot \log_{10}(8(\tau - 20) + 1) + 20, \quad (5)$$

Температурно-временная кривая RWS - Rijkswaterstaat – предложена в нормы ряда европейских стран исходя из того, что в автомобильном или железнодорожном туннеле происходит разлив и возгорание бензина на площади 50 м². Температура 1100 °C достигается всего через пять минут. Максимальное значение температуры наступает через 60 минут и составляет 1350°C. Фаза охлаждения отсутствует, так как предполагается, что горючая нагрузка сгорает через 120 минут.

Температурно-временную кривую RABT регламентирует немецкий стандарт RABT 2006 (Richtlinien für den Betrieb und die Ausstattung von Straßentunneln). Данный температурный режим используется для испытаний строительных конструкций автодорожных туннелей в немецких и швейцарских нормах. Эта кривая была разработана на основе крупномасштабного огневого испытания в туннеле. Предполагается, что температура при таком режиме после 5 мин испытаний достигнет 1200 °C. После фазы пожара продолжительностью 30 минут начинается фаза охлаждения. Таким образом, температура 20 °C. достигается через 140 минут.

Для повышения предела огнестойкости строительных конструкций промышленных объектов и объектов инфраструктуры нефтегазового комплекса используют двухкомпонентные огнезащитные вспучивающиеся составы на основе эпоксидной смолы. Огнезащитную эффективность этих покрытий нередко определяют по сертифицированным методикам при стандартном температурном режиме, что является некорректным, т.к. время прогрева стали до критической температуры при стандартном температурном режиме будет заниженными по сравнению углеводородным режимом.

В качестве примера на рис. 3 представлены для сравнения расчетные значения пределов огнестойкости стальных конструкций при стандартном пожаре и температурном режиме горения углеводородов при значениях $t_{кр}$ равных 450, 500, 550 и 600 °С. За предел огнестойкости конструкции принималось время нагревания, по истечении которого средняя температура стальной конструкции достигала критической величины. Пределы огнестойкости стальных незащищенных конструкций с приведенной толщиной металла 20 мм отличаются в 2 раза. При стандартном температурном режиме пожара - R 13, при режиме горения углеводородов - R 26. Пределы огнестойкости конструкций с огнезащитой при таких же условиях будут отличаться более значительно. Это говорит о том, что важно оценивать огнестойкость несущих конструкций с учетом специфики эксплуатации зданий и сооружений.

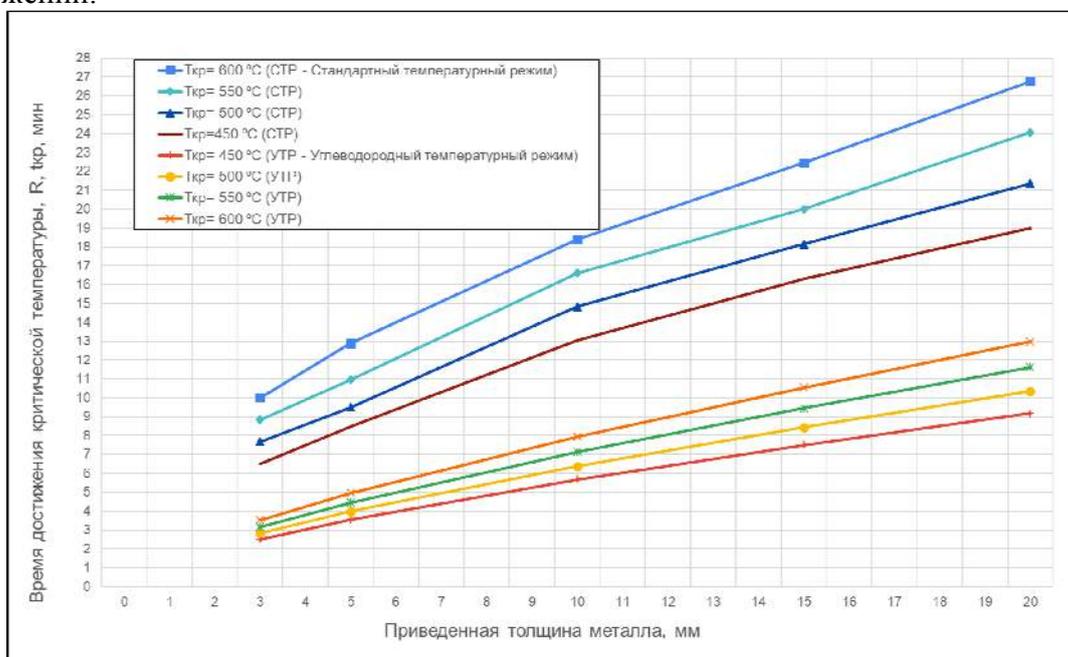


Рисунок 3 – Огнестойкость стальных конструкций при $t_{кр}= 450\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{кр}= 500\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{кр}= 550\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{кр}= 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ при «стандартном пожаре» и при температурном режиме горения углеводородов

В связи с вышеизложенным, следует признать, что для более надежной оценки огнестойкости строительных конструкций и огнезащитной эффективности покрытий следует использовать нормируемые температурные режимы, которые отвечают реальным условиям эксплуатации зданий и сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. М. 1988. 143 С.
2. Голованов В.И., Пехотиков А.В., Павлов В.В., Шкутова Т.В., Брешина В.Н. Обеспечение нормируемой огнестойкости стальных конструкций основания резервуаров в условиях температурного режима углеводородного пожара// Пожарная безопасность. - 2018. - № 2.- С. 17-26.
3. Голованов В.И., Кузнецова Е.В. Эффективные средства огнезащиты для стальных и железобетонных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – №9 – С.82-90.

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кудым А.Е.

Кадочникова Е.Н. кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В работе рассматриваются основные этапы получения пенополистирола. Дана оценка пожароопасности материалов из пенополистирола. Изучены условия возникновения пожароопасных ситуаций.

Ключевые слова: пожарная опасность, пенополистирол, горючесть, токсичность.

FIRE HAZARD OF HEAT INSULATION MATERIALS PRODUCTION

Kudym A.E.

Kadochnikova E.N. PhD in Technical of Sciences, Associate Professor

St. Petersburg University GPS EMERCOM of Russia

Abstract. The main stages of production of polystyrene foam are considered in the work. Fire hazard assessment of polystyrene foam materials is given. Conditions of fire hazard situations have been studied.

Keywords: fire hazard, polystyrene foam, flammability, toxicity.

По статистике в России ежегодно несколько крупных пожаров приходится на объекты, где производятся или хранятся полимерные материалы. Сюда же можно отнести производства теплоизоляционных материалов, таких как пенополистирол различных марок и видов.

Одним из наиболее современных способов производства пенополистирола является экструзионный. Он представляет собой перемешивание гранул полистирола при повышенной температуре и давлении, введении вспенивающего агента в смесь и последующем выдавливании из экструдера. Исходным материалом для экструдированного пенополистирола служит суспензионный полистирол общего назначения.

Основные этапы получения экструдированного пенополистирола:

- гранулы полимера перемешиваются со вспенивающим химикатом
- нагреваются до высокой температуры в камере с повышенным давлением
- масса выдавливается из головки экструдера

–на выходе из экструдера получается линия заданной толщины и ширины. Автомат нарезает из нее плиты, которые остается только упаковать.

По физическим свойствам полистирол представляет собой термопластичный полимер линейного строения. Аморфный, бесцветный, прозрачный, хрупкий продукт. Для полистирола характерны легкость переработки, склеиваемость, хорошая окрашиваемость в массу и очень хорошие диэлектрические свойства.

Пенополистирол относится к синтетическим материалам, которые характеризуются повышенной горючестью. Он способен сохранять энергию от внешнего источника тепла в поверхностных слоях. В результате он быстро воспламеняется и распространяет огонь с выделением 11000 ккал/кг тепла, инициируя усиление пожара.

Ячеистая структура материала обуславливает его способность к плавлению, которое характеризуется большой продолжительностью и скрытым характером.

При оценке уровня пожароопасности плавление необходимо учитывать в первую очередь, потому что его продукты сгорания являются высокотоксичными. Процесс плавления трудно обнаружить внутри материала и принять соответствующие меры для его предотвращения, что приводит к повторному возгоранию. Открыто пористая структура пенополистирола ускоряет прохождение горячих газов через открытые каналы полимерной матрицы, а его деструкция, развивающаяся под действием внутренних и внешних факторов, способствует этому процессу.

Во время горения процесс окисления начинается при определенных условиях, которые связаны с энергетической системой и теплообменом со средой. Они возникают, как только скорость выделения тепла превысит скорость его отвода из зоны реакции. Если теплотери не превышают критического уровня, то условия для окислительного процесса будут благоприятными. Горение пенополистирола в воздушной среде происходит за счет газовой фазы или по гетерогенному механизму.

В пористой структуре пенополистирола содержится большое количество воздуха, однако его объем недостаточен для полного сгорания полимера. Для полного сгорания в воздухе 1 м³ пенополистирола он должен иметь плотность 100 г/м³.

В случае гетерогенного горения стабильный процесс возможен только при соотношении воздуха и топлива, равном нескольким процентам от стехиометрического соотношения.

Одним из важных компонентов для изготовления пенополистирола является вспенивающий агент. В качестве вспенивающего агента применяется такое вещество, как этиловый спирт. Этанол является легко воспламеняющейся жидкостью.

Рассмотрим три основных участка на которых наиболее вероятно возникновение пожароопасной ситуации.

Экструдер. На данном участке температурный режим от 150-250 °С. В экструдере установлены форсунки для подачи вспенивающих агентов. На выходе из форсунок участок имеет температуру около 240 °С и давление около 320 МПа. Там, где материал находится в свободном доступе к окислителю (калибратор), температура составляет около 150 °С.

Участок фрезерования и распила пенополистирольных плит. В процессе производства образуется пыль и мелкие отходы от плит, которые могут представлять значительную пожарную опасность. Пыли взвешенные в воздухе (аэрозоли), способны образовывать взрывчатые смеси, а пыли осевшие (аэрогели) на поверхности оборудования или конструкции здания, способны гореть и тлеть, что может привести к развитию пожара.

Пыли по пожарной опасности во много раз превосходят продукт, из которого они получены. Это обусловлено тем, что пыль имеет большую удельную поверхность. В результате чего понижается температура самовоспламенения пыли, находящаяся в состоянии аэрогеля, увеличивается ее адсорбирующая способность, а также способность к электризации и самовозгоранию.

Участок хранения этанола. В закрытых аппаратах с жидкостями горючая среда способна образоваться в том случае, когда над зеркалом жидкости имеется свободный объем. Жидкость, находящаяся в аппарате, будет испаряться, и ее пары постепенно распределятся в свободном пространстве. Если в свободном объеме аппарата имеется окислитель, то пары жидкости, смешиваясь с ним, способны образовать горючую среду.

Наличие свободного пространства над зеркалом жидкости является необходимым, но не достаточным условием для образования горючей среды. Для того, чтобы определить наличие горючей среды паровоздушной смеси, необходимо сравнить рабочую температуру жидкости в аппарате со значениями температурных пределов воспламенения.

В насосах и отводящем трубопроводе паровоздушная смесь образовываться не будет, так как в них отсутствует неполное сечение жидкости (полностью заполнены) и воздушная среда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

УДК 504.05; 614.8; 536.24; 621.039.546

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРО- И НАНОПОРИСТЫХ СОРБЕНТОВ
НА ОСНОВЕ СТЕКЛОТКАНЕЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРИВЫТЫМИ
ПОВЕРХНОСТНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ, ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ
И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

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. Разработаны сорбенты с повышенной адсорбирующей способностью на базе кремнеземных стекловолоконистых тканых структур. Полученные сорбенты обладают существенными преимуществами по ряду важных параметров перед известными аналогами – гранулированными и порошковыми силикагелями и алюмогелями. В частности, по технологичности производства и управляемости характеристиками изделия, по диапазону параметров и широте областей возможного применения, по сорбционной емкости поглотителя и динамике его насыщения, по многообразию типов и структур сорбирующих изделий. Кроме того, предложенные микро- и нанопористые сорбенты могут быть использованы, например, в связи с развитием новых подходов к предотвращению и уменьшению последствий взрывов метана в угольных шахтах за счет использования в шахтных пространствах твердых каталитически активных поверхностей, затрудняющих реализацию взрывных процессов с целью облегчения деятельности аварийно-спасательных подразделений ВГСЧ МЧС России.

Ключевые слова: микро- и нанопористые сорбенты, управление пористостью, способ изготовления и химическая обработка, способы использования, каталитически активные поверхности, шахтные пространства.

**USE OF MICRO-AND NANOPOROUS SORBENTS BASED ON FIBERGLASS,
MODIFIED WITH GRAFTED SURFACE COMPOUNDS, FOR THE PREVENTION AND
ELIMINATION OF EMERGENCY SITUATIONS**

Kuznetsov M.V., Grand PhD

All-Russian Research Institute on Problems of Civil Defense and Emergencies of Emergency Control Ministry of Russia (EMERCOM)

Abstract. Sorbents with increased adsorption capacity on the basis of silica fiberglass woven structures have been developed. The obtained sorbents have significant advantages in a number of important parameters over the known analogues – granulated and powder silica gels and alumogels. In particular, on technological effectiveness of production and controllability of characteristics of the product; on a range of parameters and breadth of areas of possible application; on sorption capacity of an absorber and dynamics of its saturation as well as on variety of types and structures of the sorbing products. In addition, the proposed micro - and nanoporous sorbents can be used, for example, in connection with the development of new approaches to the prevention and reduction of the consequences of methane explosions in coal mines through the use of solid catalytic active surfaces in mine spaces, which complicate the implementation of explosive processes in order to facilitate the activities of emergency rescue units of EMERCOM.

Keywords: micro- and nanoporous sorbents, control of porosity, methods of manufacturing and chemical processing, methods of use, catalytically active surfaces, mining spaces.

Формирование сорбентов осуществлялось за счет использования стекловолнистых, аморфных по фазовому состоянию кремнеземных матриц. Подготовленные для практического использования структуры могут характеризоваться как низкой, так и весьма развитой поверхностью, в зависимости от конкретных практических задач. Их пористость, микро- и нанопористость определяются и регулируются подбором специфической волнистой структуры матрицы, которая формируется операциями кручения отдельных элементарных волокон диаметром 5-10 микрон в рабочую нить, а также типом переплетения нитей в рабочее полотнище (простое тканое переплетение, саржевое, сатиновое, сеточное, жаккартово тканье и пр.). Управление пористостью вплоть до наноуровня осуществляется за счет изменения химического состава исходного стекла и введением специальных операций предварительной обработки стекловолнистой матрицы носителя. Внутренняя поверхность сорбирующей системы может варьироваться в соответствии с требованиями конкретного процесса от единиц (для щелочного стекла) до сотен (для алюмо-боро-силикатного стекла) квадратных метров на грамм массы катализатора с реализацией широкого спектра пор по их размерам (10 - 1000 Å). В результате проведения специальных технологических операций стеклотканые сорбенты, в зависимости от способа изготовления, а также дополнительной химической обработки могут быть использованы для очистки водных сред от нефти, мазута, топлив и высших углеводов.

В связи с тем что в настоящее время большое внимание уделяется проблеме очистки от нефти и высших углеводов морей, рек, почвы в связи с ежегодным ростом их добычи, переработки и использования, разработанные стеклотканые сорбенты могут быть использованы для очистки водных сред от нефти, мазута, топлив и высших углеводов; для работы в качестве осушителей газовых потоков; для очистки газовых выбросов от органических и неорганических примесей; для проведения процессов ионного обмена и очистки стоков от ионов тяжелых металлов и других загрязнений; для сорбционного разделения, концентрирования, выделения ценных компонентов сбросовых жидкостных потоков; для использования в качестве осушителей и поглотителей в холодильной технике, в кондиционерах, в бытовых приборах; для использования в качестве носителей катализаторов, ферментов и прочих функциональных групп в биохимии и биотехнологии; для использования в аналитических целях.

Полученные сорбенты характеризуются высокой химической и термической стойкостью, механической прочностью, устойчивостью к истиранию и пылению. Эти качества позволяют обеспечить значительную длительность их эксплуатационного ресурса и возможность их многократного применения.

Кроме того с использованием предлагаемых универсальных сорбентов может быть предложен новый подход к предотвращению и снижению последствий взрывов метана в угольных шахтах за счет эксплуатации в шахтных пространствах твердых каталитически активных поверхностей, затрудняющих реализацию взрывных процессов с целью упрощения аварийно-спасательных подразделений ВГСЧ МЧС России. В виду участившихся в последнее время взрывов метана в шахтных выработках, возникла необходимость пересмотра существующих методов контроля и предотвращения таких взрывов в пользу альтернативных путей снижения их вероятности и уменьшения последствий при возникновении взрывоопасных ситуаций. Идеология такого альтернативного подхода базируется на концепции, касающейся влияния твердых поверхностей каталитически активных по отношению к реакциям рекомбинации свободных радикалов на критические условия развития свободного взрыва в газовых средах. Известно, что введение в газовую взрывоопасную среду таких твердых поверхностей сужает полуостров воспламенения и затрудняет реализацию взрывного процесса. Ранее предпринимались попытки управления взрывными процессами (при их моделировании) путем программируемого введения в газовую среду платинового стержня по аналогии со схемами, использованными для управления цепными ядерными реакциями с помощью графитовых стержней – ловушек нейтронов.

В предварительных экспериментах по исследованию реакций каталитического горения аммиака и углеводов были получены результаты, позволяющие утверждать, что наличие в

газовой среде каталитического элемента существенно затрудняет развитие гомогенного взрыва и значительно увеличивает критическую концентрацию горючего компонента. Полученные предварительные результаты позволяют сделать вывод о том, что использование каталитического фактора в шахтных выработках является тем инструментом, который снизит опасность возникновения взрывных ситуаций при залповых выбросах метана в процессе добычи угля. Традиционные каталитические материалы не могут в настоящее время решить данную проблему в силу своего насыпного гранулированного дизайна. Специально сконструированные для таких целей стеклотканые катализаторы позволяют организовать в штреках «каталитические завесы» в виде картриджей и могут составить основу для создания защитных противовзрывных экранов. Определенные трудности могут возникнуть при реализации описанного подхода в связи с наличием задымленности и запыленности шахтных газовых сред. Однако, несмотря на это, реализация «каталитического» метода борьбы с метановыми взрывами в угольных шахтах представляется перспективной и целесообразной.

Процесс производства сорбирующих материалов с прогнозируемыми свойствами характеризуется непрерывностью технологической схемы, легкой ее перестраиваемостью на новое изделие, экономичностью и экологичностью процесса. Организация производства данных материалов не требует существенных капитальных вложений, поскольку они могут быть развернуты путем введения некоторых дополнительных стадий в уже действующие производства стекловолкнистых материалов теплозащитного, электроизоляционного и конструкционного назначения.

УДК 541.128.13; 541.127; 542.941.7; 547.545

ВОЗМОЖНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ БОЛЬШИХ КОЛИЧЕСТВ ОТРАБОТАВШИХ РЕСУРС ХРАНЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ (ВВ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

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. Разработаны процессы гидрирования ароматических нитросоединений на стекловолкнистых тканых катализаторах с целью химической утилизации демилитаризованного тротила и других ВВ нитроароматического ряда, а также для создания новых технологий получения сложных аминов и их производных на основе этих процессов.

Ключевые слова: стекловолкнистые тканые катализаторы, гидрирование, утилизация нитроароматических соединений, амины.

THE POSSIBILITY OF RECYCLING LARGE AMOUNTS OF SPENT EXPLOSIVES BY USING CATALYTIC TECHNOLOGIES TO PRODUCE USEFUL CHEMICAL PRODUCTS

Kuznetsov M.V., Grand PhD

All-Russian Research Institute on Problems of Civil Defense and Emergencies of Emergency Control Ministry of Russia (EMERCOM)

Abstract. Processes for hydrogenation of nitro-aromatic compounds on fiber-glass woven catalysts have been developed for the chemical utilization of demilitarized TNT and other nitro-aromatic explosives, as well as for the creation of new technologies for the production of complex amines and their derivatives based on these processes.

Keywords: fiberglass woven catalysts, hydrogenation, utilization of nitroaromatic compounds, amines.

Огромные объемы отработавших свой ресурс ВВ являются значительной проблемой с точки зрения необходимости обеспечения их хранения, утилизации путем переработки их в полезные продукты с соблюдением современных экологических требований. Используемые в настоящее время во всем мире методы утилизации путем подрыва на полигонах не обеспечивают соблюдения элементарных экологических норм и являются чрезвычайно невыгодными экономически.

В результате реализации предлагаемых технологических подходов были разработаны процессы гидрирования ароматических нитросоединений на стекловолоконных тканых катализаторах с целью безотходной химической утилизации демилитаризованного тротила и других ВВ нитроароматического ряда, а также для создания новых технологий получения сложных аминов и их производных на основе этих процессов. Для катализаторов такого типа характерна активность, значительно превосходящая стандартные порошковые системы. Был предложен экологически чистый метод химической утилизации демилитаризованного взрывчатого вещества 2,4,6-тринитротолуола (ТНТ), основанный на восстановлении ТНТ до 2,4,6-триаминотолуола (ТАТ). ТАТ является основой для создания конкурентоспособных продуктов и материалов с ценным комплексом важных в практическом отношении свойств. Это новый уникальный компонент (сшиватель) пенополиуретанов (ГОПТАТ), эффективные огнезащитные вспенивающиеся композиции на основе продуктов конденсации ТАТ с формальдегидом, известный технический продукт широкого назначения метилфлороглуцин (МФГ) и новый стабильный конденсационный мономер (диамин) со свободной гидроксильной группой – 4-гидрокси-2,6-диаминотолуол (ГДАТ). В ходе проведения исследований было обнаружено и изучено явление «гиперселективности» при гидрировании на стекловолоконных тканых катализаторах, допированных металлами платиновой группы. По результатам проведенных исследований был сделан вывод об аномально высокой активности стекловолоконных тканых катализаторов и ее связи с аморфным, координационно дефектным состоянием стекломатрицы со специфической структурой сформированных в ней силанольных групп, а также с особым механизмом фиксации атомных кластеров каталитически активных металлов на метастабильном стекловолоконном носителе. В настоящее время разрабатываются экологически безопасные технологии замкнутого цикла получения этих продуктов и материалов, которые могут быть применены при атмосферном давлении, невысоких температурах (до 100°C), в воде как реакционной среде.

В настоящее время препятствием к получению сложных аминов и их производных с невысокой себестоимостью является существующий периодический процесс каталитического гидрирования ТНТ до ТАТ с использованием порошкового катализатора – палладия на углеродном носителе. Большие расходы катализатора и большие безвозвратные потери металлического палладия делают этот способ малорентабельным. В основе метода, который будет предложен после реализации данного проекта, будет лежать новая прогрессивная технология процессов жидкофазного гидрирования органических нитросоединений, основанная на восстановлении ароматических нитросоединений до соответствующих аминов на катализаторах нового поколения на основе стекловолоконных тканых носителей (СВТК) для целей утилизации нитроароматических взрывчатых веществ (в первую очередь, тринитротолуола).

Применение предлагаемого технологического подхода для каталитического восстановления ароматических нитросоединений до соответствующих аминов позволяет обеспечить, в сравнении с традиционными процессами, следующие преимущества: осуществление трехфазного каталитического процесса в компактных высокопроизводительных реакторах нового типа на стеклотканых кассетных катализаторах при исключении традиционных порошковых катализаторов и связанной с ними фильтрационной стадии. Такая реорганизация процесса позволит в последствии перейти от периодической системы его организации к непрерывной и одностадийной. Это обеспечит высокие удельные скорости процесса и, как следствие, существенное упрощение технологии

гидрирования ароматических нитросоединений, а также снижение общих капитальных и эксплуатационных затрат при реализации технологической схемы. В дальнейшем будет использована автоматизированная непрерывная управляемая технологическая схема получения и регенерации катализаторов, что дает возможность гибко менять режимы и получать катализаторы с высокой степенью воспроизводимости при существенном упрощении технологии получения.

Предлагаемые процессы могут быть использованы в качестве промышленной базы при утилизации выводимых из режима штатного использования нитроароматических взрывчатых веществ с одновременным получением полезных продуктов.

УДК 614.8.084

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С НЕФТЕПРОДУКТАМИ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Кузьменок И.Н.

Булавка Ю.А. кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы, связанные с обеспечением безопасности при обращении с нефтепродуктами на автозаправочных станциях на примере АЗС «Белоруснефть». Приведены факторы риска для жизни и здоровья пользователей при эксплуатации АЗС.

Ключевые слова: автозаправочная станция; безопасность; фактор риска.

ENSURING SAFETY WHEN HANDLING PETROLEUM PRODUCTS AT GAS STATIONS

Kuzmenok I. N.

Bulauka Y.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The article considers relevant issues related to safety when handling petroleum products at gas stations using the example of "Belorusneft " gas stations. Management of " Belorusneft " gas stations personnel security has been analyzed. Risk factors for the life and health of users in the operation of gas stations are given.

Keywords: gasoline station, safety, factor risk.

Ежедневно тысячи посетителей АЗС воспринимают данные объекты повышенной опасности как кафетерии и магазины по реализации потребительских товаров, зачастую не задумываясь об объемах хранимых легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и их взрывопожароопасных свойствах, об уровне риска для собственной жизни и здоровья. Вместе с тем, опасность объектов нефтепродуктообеспечения усугубляется при возникновении чрезвычайных ситуаций, связанных с их функционированием. Наибольшую опасность представляют аварии, связанные с возникновением очага возгорания на АЗС, ввиду повышенной опасности и концентрации на малой площади большого количества легковоспламеняющихся жидкостей [1-7].

Для обеспечения безопасности на АЗС действует ряд нормативных правовых актов, регламентирующих правила ее оснащения и эксплуатации. На каждой современной АЗС

предусмотрен комплекс технических решений и выполняются мероприятия, направленные на минимизацию возникновения аварий и аварийных ситуаций. Для персонала автозаправочных станций создаются безопасные условия труда, отлажен процесс обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, организован постоянный контроль за состоянием условий и охраны труда на рабочих местах, а также контроль за соблюдением работниками АЗС требований по охране труда, пожарной и промышленной.

Однако, пользователи автозаправочных станций не проходят специальной подготовки и обучения основам безопасной эксплуатации АЗС, не предусмотрено это программой обучения водителей в автошколах, в такой ситуации приходится действовать интуитивно, идентифицируя общие для всех правила путем наблюдения и повторения действий других пользователей.

Рассмотрим основные факторы повышенного уровня риска для жизни и здоровья пользователей на автозаправочных станциях, выявленные при анализе поведения посетителей сети АЗС «Белоруснефть»:

1. Превышение установленной скорости: скоростное ограничение на территории АЗС оправдано риском наезда на людей и связано с правилами пожарной безопасности: к сожалению, не единичны случаи гибели людей под «колесами» на АЗС, существенно нанесение ущерба имуществу собственника АЗС, а легкое столкновение может спровоцировать возникновение искры, что повышает риск возгорания топлив.

2. Несоблюдение дистанции между транспортным средством, стоящим под заправкой, и следующим за ним не менее 3 м, а между последующими, находящимися в очереди – не менее 1 м: не соблюдая дистанцию, водители подвергают опасности не только себя, но и окружающих. При возникновении чрезвычайной ситуации это не позволит совершить маневр для быстрой эвакуации других машин.

3. Создание помех для выезда транспортных средств с территории АЗС: движение по территории АЗС одностороннее, обязательным требованием эксплуатации АЗС является наличие при въезде схемы движения с указанием направления движения, однако некоторые водители подъезжают к топливораздаточной колонке (ТРК) задним ходом либо заезжают на территорию через выезд. Лишние маневры автомобилей, которые не предусмотрены имеющейся разметкой и организацией движения, неизменно увеличивают опасность дорожно-транспортных происшествий. Действия подобного рода нарушают установленный порядок движения по территории АЗС, что приводит к сложности маневрирования, заторам и аварийно-опасным ситуациям.

4. Подъезд к ТРК осуществляется не со стороны топливного бака: заливные горловины у всех автомобилей расположены по-разному, и может возникнуть ситуация, при которой машины с люком в правом крыле соберутся в огромную очередь. При этом рядом стоящая ТРК для тех, у кого люк слева, будет пустой. По этой причине у многих появляется соблазн нарушить правила заправки. Для заправки автомобиля, установленного таким способом, водители тянут заправочный шланг и пускают его над крышей, либо «опоясывают» автомобиль. Результатом таких действий является повреждение и износ оборудования ТРК. Более того, разрыв шланга влечет за собой разлив топлива и провоцирует пожароопасную ситуацию.

5. Курение и применение открытого огня. Опасность очевидна – пары бензина могут воспламениться от любой искры, а открытый источник огня на АЗС (зажигалка, спичка) может привести к пожару и взрыву. Правилами запрещено и курение в салоне автомобиля во время нахождения на территории АЗС.

6. Использование под заправку полимерной либо стеклянной емкости, не предназначенной для перевозки топлива: разрешение отпускать светлые нефтепродукты только в металлическую либо полимерную тару с антистатическими свойствами объясняется тем, что полимерные материалы способны накапливать статический заряд, являющийся источником зажигания паров нефтепродуктов. Не проводящая ток одежда пользователей АЗС также может привести к накоплению зарядов статического электричества, во избежание

этого рекомендуется дотрагиваться до металлических деталей транспортного средства при заправке. Также уговоры некоторых водителей заправить транспортное средство во время грозы уже не раз приводили к аварийным ситуациям.

7. Заправка транспортного средства с работающим двигателем: многие водители пренебрегают правилом производить заправку при заглушенном двигателе, забывая или недопонимая, что для возгорания достаточно одной искры, а при работающем двигателе увеличивается риск ее случайного появления. Особенно нужно быть внимательными владельцам старых автомобилей и машин, у которых удален катализатор или установлен прямоточный глушитель.

8. Забывчивость клиента после заправки автомобиля установить топливораздаточный кран в ТРК: невнимательность, спешка приводят к происшествию, итогом которого являются повреждение оборудования АЗС и личного автомобиля. В последние годы регистрируется множество аварийных ситуаций на АЗС, обусловленных тем, что пользователи забывают достать топливозаправочный пистолет из горловины бензобака, например, на шестидесяти АЗС РУП «Белоруснефть-Минскавтозаправка» по этой причине ежегодно фиксируется около 650 поломок оборудования. При этом, технологическое оборудование АЗС застраховано, а ущерб через страховую компанию компенсирует виновник ДТП.

9. Ремонт автомобиля на АЗС: любые манипуляции с автомобилем могут стать причиной образования искры при трении и заряда статического электричества, неисправная машина сама по себе может представлять опасность, а также явиться причиной возможного блокирования путей эвакуации.

10. Оставление без присмотра заправочного пистолета в горловине бака: крайне распространенная привычка многих водителей – оставлять заправочный пистолет в заливной горловине с зафиксированным рычагом. Считается, что такой способ экономит время, ведь топливо начинает поступать в бак сразу после того, как оператор на кассе дает соответствующую команду. Однако, если пистолет вставлен в горловину неплотно или топливо подается под сильным давлением, шланг может легко выскочить из бака. Последствиями могут стать пролитое топливо, залитый автомобиль и опасность возгорания.

11. Использование мобильного телефона при заправке транспортного средства на АЗС: как показывает ряд научных экспериментов, использование данного устройства связи также может стать причиной воспламенения топлив.

Таким образом, безопасная эксплуатация АЗС в настоящее время определяется не только неукоснительным соблюдением персоналом (сотрудниками) требований безопасной эксплуатации АЗС, охраны труда, пожарной и промышленной безопасности, дорожного движения, но и уровнем специальной подготовки и обученности данным правилам и нормам посетителей АЗС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка техногенной безопасности резервуаров автозаправочных станций / Мороз Н.А., Иванов А.Н., Поляков А.С., Коваленко В.П. // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2009. № 4 (35). С. 56-57.
2. Эксплуатация автозаправочных станций. Сборник нормативных правовых актов / Сост.: Грушевич В.И. – Мн.: ЦОТЖ, 2004. – 135 с.
3. Разработка алгоритма выбора мероприятий для повышения безопасности интегрированной автозаправочной станции / Красногорская Н.Н., Ахмеров В.В. // В мире научных открытий. 2015. № 6-1 (66). С. 476-487.
4. Обеспечение безопасности эксплуатации автозаправочной станции с мультипродуктовыми топливораздаточными колонками / Красногорская Н.Н., Солодовников А.В., Ахмеров В.В. // Нефтегазопереработка – 2015. Материалы Международной научно-практической конференции. ГУП «Институт нефтехимпереработки РБ». 2015. С. 264-265.

5. Особенности обеспечения пожарной безопасности автозаправочных станций /Седельников А.А., Смотров К.А. // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. 2016. № 5. С. 157-159.
6. Современные технологии для повышения безопасности при эксплуатации автозаправочных станций / Киреев И.Р., Гафарова Э.А., Барахнина В.Б., Идрисова К.Р. // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 3-3. С. 61-65..
7. Проблемы адаптации персонала белорусских предприятий нефтепродуктообеспечения / Кузьменок И.Н.// Нефть и газ: технологии и инновации. Материалы Национальной научно-практической конференции. В 3-х томах. Отв. редактор Н.В. Гумерова. 2020. С. 202-204.

УДК 614.841.42

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Кулагин А.В., Авраменко И.А.

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Лес является огромным богатством России. Это легкие всего земного шара, кислород, который дает возможность дышать всем земным организмам. В настоящее время лесные пожары — острая проблема, которая затрагивает все живое.

Ключевые слова: пожар, Россия, экологическая проблема, лесной фонд, углекислый газ, Чернобыльская зона отчуждения.

FOREST FIRES AS AN ENVIRONMENTAL PROBLEM

Kulagin V. A., Avramenko I. A.

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia.

Abstract. The forest is a huge wealth of Russia. These are the lungs of the entire globe, the oxygen that makes it possible for all terrestrial organisms to breathe. Currently, forest fires are an acute problem that affects all living things.

Keywords: fire, Russia, environmental problem, forest fund, carbon dioxide, Chernobyl exclusion zone.

Лесом покрыто почти две трети территории России. Общая площадь земель лесного фонда, по данным Рослесхоза, составляет 1 млрд 146 млн га. Ежегодно в России регистрируется от 9 тыс. до 35 тыс. лесных пожаров, охватывающих площади от 500 тыс. до 3,5 млн га. Согласно данным МЧС России и Рослесхоза, всего с начала 1992 года по конец 2018 года в России зарегистрировано порядка 635 тыс. лесных пожаров, то есть затронувших земли лесного фонда.

Лесной пожар — это одна из самых опасных и страшных стихий. Каждый год от неконтролируемого огня погибает много животных и людей, также страдает почва и растения. Пожар в лесу распространяется со скоростью 70 км/час, температура в эпицентре может составлять 1200°C. В такой температуре может расплавиться даже золото. Остановить такую стихию могут только профессионалы своего дела, специально обученные люди — пожарные. Причины возникновения пожара различны и делятся на две группы: природные и антропогенные.

К природным факторам относятся такие причины как:

Грозовые разряды. Наиболее распространенное опасное явление – гроза – необходимой частью которого являются многократные электрические заряды, между облаками, которые

сопровождаются громом. Молния — искровой разряд электростатического заряда кучевого облака, который сопровождается вспышкой и звуком (громом).

Самовозгорания торфяника. Самовозгорание может произойти только при таких обстоятельствах, если внешняя температура достигает выше 50 градусов Цельсия.

К антропогенным факторам относятся следующие причины:

Брошенный окурок, либо не до конца дотушенный костер, сжигания мусора. Еще одной и причин может являться бутылки или их осколки, но самые масштабные пожары могут возникать из-за умышленных поджогов, для дальнейшей вырубки (такая ситуация характерна для приграничных с Китаем регионов России).

Еще одним примером преднамеренного поджога, может служить случай, произошедший 4 апреля 2020 г., пожар в Чернобыльской зоне отчуждения, который тушили более 10 дней. ГосЧС не допустила, чтобы огонь перекинулся на военные склады боеприпасов, объекты «Укрытие», «Вектор», распределительную электростанцию ЧАЭС и хранилище с радиоактивными отходами, где хранятся самые опасные высокоактивные вещества после взрыва на АЭС в 1986 г.

Последствия лесных пожаров делятся на экологические, социальные и экономические.

Экологические последствия:

– Загрязнение атмосферного воздуха, т.к. приостановлено образование кислорода, следовательно не поглощается углекислый газ, происходит снижение качества воздуха.

– Уничтожаются природные ресурсы леса.

– Потеря или снижение плодородия почв и их эрозия.

– Потеря экологических систем и биологического разнообразия.

– Потеря среды обитаний для многих животных и растений.

– Уничтожения пожаром растений - как пища многим животным.

– Сокращение продуктивности лесов.

– Пожары могут влиять на заболачивание лесных территорий и повышать риск наводнений.

– Лесные пожары способствуют возникновению облачности в верхних слоях воздуха и мглы в его приземном слое, что также приводит к региональным климатическим изменениям.

– Выброс углекислого газа при пожаре.

– Ущерб от гибели животных и растений, включая занесенных в Красную книгу.

Экономические последствия:

– Стоимость потерь древесины.

– Расходы на тушение лесных пожаров.

– Другие экономические потери.

Социальные последствия:

– Гибель людей (включая спасателей и пожарных).

– Ухудшение здоровья у людей с респираторными заболеваниями и аллергическими реакциями.

В заключение хотелось бы сказать, что лесные пожары — это неуправляемое стихийное бедствие. Причинами возникновения таких пожаров может стать грозовой разряд, засуха и возгорания. Но самая основная причина — деятельность человека. Во время пожаров сгорают деревья, кустарники, травяной покров, жилье и корм многих обитателей леса и сами животные. Очень важно вовремя заметить пожар и приступить к его локализации и тушению. Не нарушая технику безопасности в лесу, человек способен сохранить легкие планеты — лес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электронный ресурс: Лесные пожары в России [<https://tass.ru/info/6712527>]
2. Электронный ресурс: Пожар в Чернобыле, РИА новости [<https://ria.ru/20200413/1569979330.html>]

3. Электронный ресурс: Что сейчас происходит в Чернобыльской зоне отчуждения? 112.UA [https://112.ua/glavnye-novosti/chto-seychas-proishodit-v-chernobylskoy-zone-otchuzhdeniya-ogon-potushili-no-533055.html]

УДК 331.453

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИСТЕЧЕНИЯ ЧЕРЕЗ ПОРЫВЫ В ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ГАЗОПРОВОДАХ

Куликов И.М.

Бубнов В.Б., кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В работе представлены подходы к моделированию нестационарного процесса истечения на участке газопровода с учетом изменения теплофизических свойств реального газа и гидравлических потерь при его движении к месту порыва. Приводятся результаты численных экспериментов, выполненных с использованием разработанной модели.

Ключевые слова: модель, динамика, истечение, газопровод, давление, расход, эквивалентный диаметр.

SIMULATION OF EXHAUST PROCESSES THROUGH BREATHS IN OPERATED GAS PIPELINES

Kulikov I.M.

Bubnov V.B., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The paper presents approaches to modeling the non-stationary flow process on a gas pipeline section, taking into account changes in the thermophysical properties of real gas and hydraulic losses when it moves to the gust site. The results of numerical experiments performed using the developed model are presented.

Keywords: model, dynamics, outflow, gas line, pressure, flow rate, equivalent diameter.

Процессы нестационарного истечения нефтегазовой смеси через порывы в трубопроводах исследованы недостаточно. Поэтому необходимы разработки новых методик расчетов потерь продукции и времени ликвидации самой аварии, адекватно описывающих происходящие при этом гидродинамические процессы. Благодаря своевременной индикации мест порывов трубопроводов с использованием новых методик и программных средств математического моделирования процессов истечения нефтегазовых смесей также становится возможным производить правильную оценку потенциального очага загорания.

Наиболее простыми являются случаи, при которых в течение всего процесса истечения смесь остается однофазной – жидкой или газовой. Для описания критического и докритического процессов истечения газа использованы методы газовой динамики реального газа, для расчета его теплофизических параметров – кубическое уравнение состояния и эмпирические зависимости.

Задачи аварийного истечения газа рассматривались в работах [1, 2], однако расчетные прогнозы часто не совпадали с практикой. На наш взгляд, основной причиной этого были допущения об изотермичности истечения и об идеальности газа, которые не всегда соответствуют действительности, так как при этом игнорируется изменение в процессе

истечения параметров газа – теплоемкости и показателя адиабаты. Кроме того, не учитывается изменение давления вблизи отверстия порыва вследствие движения к нему газа, и температуры при расширении газа, обусловленное его неидеальностью. Задачей данной работы является построение моделей исследуемых процессов, свободных от этих допущений.

В работах М.В. Лурье [3, 4] показано, что учет сверхсжимаемости газа при больших давлениях может привести к увеличению расхода утечки на 25 % и более. Однако в своих расчетах автор задает коэффициент сверхсжимаемости в исходных данных и принимает его постоянным в течение всего процесса.

Рассмотрим истечение через порыв в окружающую среду на работающем газопроводе. Знание динамики исследуемого процесса необходимо для принятия технически обоснованных решений о сроках проведения ремонтных работ и прогнозировании последствий аварийных истечений газа.

Рассчитывается давление в конце газопровода длиной L с учетом порыва. Если задача заключается в определении места порыва при известном диаметре отверстия, то, предполагается, что при давлении в трубе не менее 1,7...1,8 ата истечение критическое.

На рис. 1-3 показаны некоторые результаты расчетов по разработанной методике, выполненные для газопровода диаметром 530×8 мм длиной 2850 м с давлением в голове 5,9 ата при средней температуре транспортировки 30 °С при подаче по нему газа относительной плотностью по воздуху 0,894 с массовым расходом 29,632 кг/с. При выполнении расчетов учитывалось отклонение свойств газа от идеального.

На рис. 1 показана зависимость давления в конце участка от эквивалентного диаметра порыва при заданной его локализации $L_a = 1000$ м.

Увеличение диаметра порыва приводит к увеличению расхода утечки, уменьшению расхода газа на участке после порыва и потерь давления на нем, а, следовательно, к увеличению давления в конце участка.

На рис. 2 показана зависимость давления в конце участка от его локализации при эквивалентном диаметре порыва 100 мм.

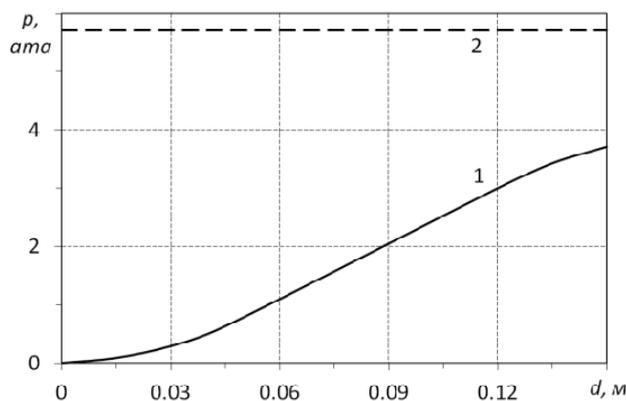


Рис. 1. Зависимость давления в конце участка от диаметра порыва при заданной его локализации (1); 2 - давление в начале участка

Смещение места порыва к концу газопровода приводит к увеличению длины участка, на которой расход газа и потери давления больше, чем после порыва. Это приводит к уменьшению давления в конце участка.

На рис. 3 показана зависимость локализации порыва (величины L_a) от диаметра порыва при давлении в конце участка $p_e = 4,5$ ата. Чем больше эквивалентный диаметр порыва, тем ближе он должен располагаться к концу участка для достижения заданной величины p_e . Для данного случая минимальная величина d равна 58 мм при расположении порыва в самом начале участка ($L_a = 0$). Максимальная величина d равна 170 мм, так как при этом весь газ уходит в порыв.

На рис. 4 показана зависимость локализации порыва (величины L_a) от величины утечки, измеренной как разницы между массовыми расходами на входе и на выходе участка при разных давлениях в его конце $p_e = 4,2; 4,5$ и $4,8$ ата.

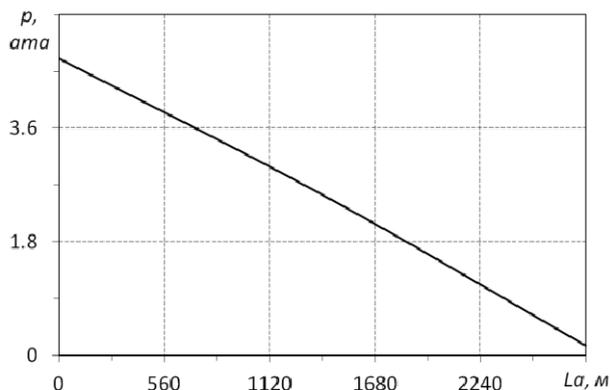


Рис. 2. Зависимость давления в конце участка от его локализации при заданном диаметре порыва

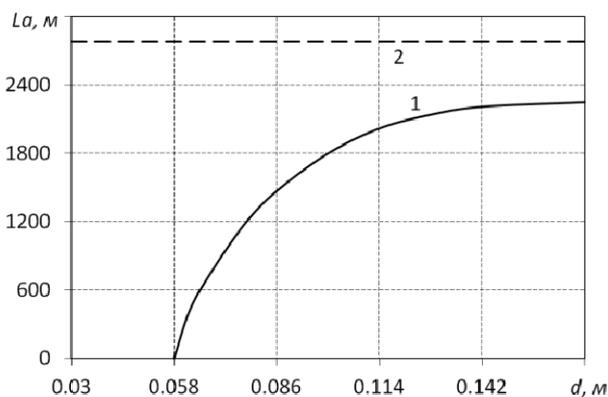


Рис. 3. Зависимость локализации порыва от диаметра порыва при заданном давлении в конце участка (1); 2 – общая длина участка

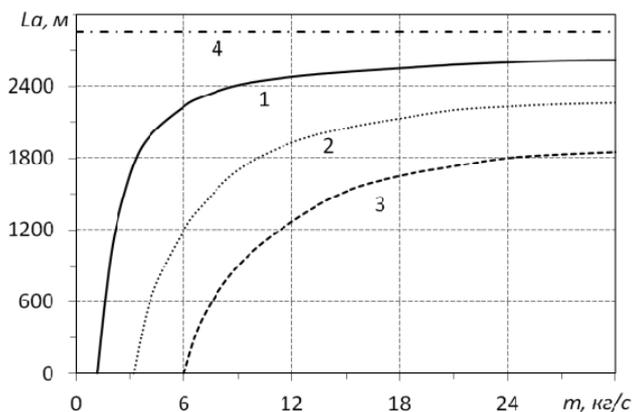


Рис. 4. Зависимость локализации порыва от величины утечки при разных давлениях в конце участка: 1 - $p_e = 4,2$; 2 - $4,5$; 3 - $4,8$ ата; 4 – общая длина участка

Разработанные модели позволяют для аварийно отключенного участка газопровода прогнозировать динамику опорожнения, а для работающего участка - локализацию порыва по изменению давления и расхода газа в конце участка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лурье М.В. Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа. – М.: Изд. Центр РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2012. – 456 с.
2. Куцова Е.В., Сердюков С.Г., Васильев Е.М. Математическое моделирование аварийных режимов магистральных газопроводов// Вестник Воронежского государственного технического университета, 2011, том 7, № 9, с. 17-21.
3. Лурье М.В. Экспертиза потерь нефти и газа при авариях на трубопроводах.//Эксперт-криминалист. – 2004. - №2. – с.7-13.
4. Лурье М.В., Найденов Р.А. Уточненный расчет утечек газа через отверстия в стенках газопроводов высокого давления//Газовая промышленность. 2014. № 8 (710). С. 82-85.

УДК 614.841.332:624.94.012.45

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ В РАМКАХ НАТУРНЫХ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Кураченко И.Ю.

Кудряшов В.А., кандидат технических наук, доцент
Жамойдик С.М., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. На основании проведенного конструирования возведен фрагмент каркасного здания, включающий 2 сборные центрифугированные железобетонные колонны и железобетонное монолитное однопролетное перекрытие с консольными свесами размерами 9,0×3,0 м (с расстоянием между опорами 6,0 м).

Ключевые слова: огнестойкость, натурные огневые испытания, железобетонное монолитное перекрытие, каркасное здание, моделирование, расчетная модель, конструирование, возведение, методика испытаний.

EXPERIMENTAL FRAGMENT OF A FRAME BUILDING TO STUDY THE FIRE RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE MONOLITHIC SLAB IN FULL-SCALE FIRE TESTS

Kurachenko I. Yu.

Kudryashov V.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Zhamoydik S.M., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The fragment of the frame building including 2 prefabricated centrifugal reinforced concrete columns and reinforced concrete monolithic one-span overlapping with cantilever overhangs of 9.0×3.0 m (with the distance between the supports 6.0 m) has been erected on the basis of the conducted construction.

Keywords: fire resistance, full-scale fire tests, reinforced concrete monolithic slab, frame building, modeling, calculation model, design, erection, test methodology.

В настоящее время в литературе встречается недостаточно экспериментальных исследований по огнестойкости железобетонных перекрытий, образованных железобетонными монолитными конструкциями. В этой связи проведение таких исследований является актуальной научно-практической задачей, решение которой необходимо для апробации имеющихся теоретических исследований, разработки

оптимальных конструктивных решений с целью повышения устойчивости монолитных зданий при совместном температурно-силовом воздействии.

Огневые испытания, как правило, проводят на специальных огневых печах. Параметры испытываемых образцов при этом ограничены геометрическими размерами печей, что иногда затрудняет приложение нагрузок для создания в расчетных сечениях напряжений, соответствующих реальным условиям эксплуатации [1]. Для железобетонных монолитных перекрытий, работающих как статически неопределимые системы, воссоздание напряжений, близких к реальным, возможно только при натуральных огневых испытаниях, когда полностью либо частично воспроизводятся рамный каркас здания и соответствующие нагрузки.

С целью исследования огнестойкости был рассчитан, спроектирован и возведен фрагмент каркасного здания с железобетонным монолитным перекрытием размерами в плане 3,0×9,0 м, толщиной 200 мм, с пролетом между опорами 6,0 м, с консольными свесами 1,5 м. В качестве поддерживающих опор применяли две центрифугированные колонны производства ОАО «Светлогорский завод железобетонных изделий и конструкций». Общий вид испытательного фрагмента каркасного здания представлен на рисунке. Подробное описание этапов конструирования и возведения фрагмента представлено в работе [2].



Рисунок – Общий вид испытательного фрагмента каркасного здания

На этапе конструирования был выполнен предварительный расчет огнестойкости железобетонного монолитного перекрытия с учетом перераспределения усилий между опорным и пролетными сечениями. Результаты расчета показали, что спроектированное перекрытие с учетом потенциала перераспределения усилий при пожаре отвечает огнестойкости REI 150.

Огневая камера создавалась путем возведения по периметру фрагмента самонесущих стен до уровня перекрытия из газосиликатных блоков толщиной 200 мм. Для поддержания температурного режима при проведении огневых испытаний и удаления продуктов горения в середине поперечных стен на высоте 1000 мм от уровня фундамента устраивали два оконных проема размером 800×1250 мм каждый; в продольных стенах напротив колонн на высоте 1750 мм от уровня фундамента – проемы размером 500×500 мм; в середине одной из продольных стен – дверной проем размером 1000×2000 мм. По углам стен были предусмотрены пилоны для обеспечения их устойчивости при пожаре.

Для оценки температурно-временных зависимостей в объеме огневой камеры предусматривали измерение температуры внутри фрагмента в 27 точках, по 9 термоэлектрических преобразователей (далее – ТП) на отметках 550 мм, 1375 мм и 2200 мм от уровня фундамента. Для изменения температуры непосредственно в теле плиты перед бетонированием устанавливали по 3 ТП у нижней и верхней граней, а также 10 ТП на рабочей арматуре (нижней и верхней) как в середине пролета, так и в приопорных зонах со стороны пролета и консольных свесов.

Методикой натуральных огневых испытаний также предполагалось измерение перемещений отдельных точек перекрытия посредством тахеометра и реперных точек над поверхностью плиты, с использованием прогибомеров 6-ПАО с переносом данных

перемещений за пределы фрагмента посредством стальной проволоки, пропущенной через систему блоков в импровизированной ферме (опертой шарнирно на ряд нагруженных блоков над колоннами), а также по данным фото- и видеосъемки. Подробное описание методики проведения натуральных огневых испытаний, в том числе расстановки ТП и методов измерения перемещений, представлено в работе [3].

Таким образом, на основании разработанных проектных данных и проведенных расчетов была сконструирована и возведена конструкция железобетонного монолитного перекрытия с теоретическим пределом огнестойкости REI 150 в составе экспериментального фрагмента каркасного здания, включающего сборные центрифугированные колонны, и разработана методика для исследования огнестойкости в рамках натуральных огневых испытаний, приближенных к стандартному температурному режиму пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции: ГОСТ 30247.1-94 – Взамен СТ СЭВ 1000-78, СТ СЭВ 5062-85; введ. 01.10.1998. – Минск: Минстройархитектуры, 1998. – 7 с.
2. Кудряшов, В.А. Конструирование железобетонного монолитного перекрытия в составе фрагмента каркасного здания для исследований огнестойкости в рамках натуральных огневых испытаний / В.А. Кудряшов [и др.] // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2021. – Т. 5, № 1. – С. 33–48. DOI: 10.33408/2519-237X.2020.5-1.33.
3. Кудряшов, В.А. Результаты натуральных огневых испытаний железобетонного монолитного перекрытия в составе экспериментального фрагмента каркасного здания / В.А. Кудряшов [и др.] // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2021. – Т. 5, № 1. – С. 49–66. DOI: 10.33408/2519-237X.2021.5-1.49.

УДК 630*43

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ В ГЛХУ «ВОЛОЖИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»

Лембович А.С.

Климчик Г.Я., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

УО «Белорусский государственный технологический университет»

Аннотация. Последствия лесных пожаров во много зависит от климатических условий, таксационных характеристик древостоя, фазы вегетации, рельефа и т.д. В зависимости от интенсивности пожара и нанесенного ущерба установлены потери в живом напочвенном покрове на поврежденной площади.

Ключевые слова: лесной пожар, лесные горючие материалы, легковоспламеняющиеся типы леса, сосновые насаждения, живой напочвенный покров.

INFLUENCE OF FOREST FIRES ON LIVING SOIL COVER IN GLHU "VOLOZHINSKY FORESTRY"

Lembovich A.S.

Klimchik G. Ya., PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

Abstract. The consequences of forest fires largely depend on climatic conditions, inventory characteristics of the stand, vegetation phase, relief. Depending on the intensity of the fire and the damage caused, losses in the living ground cover in the damaged area were established.

Keywords: forest fire, combustible materials, easily flammable forest types, pine plantations, living ground cover.

В настоящее время на Земле ежегодно возникает свыше 200 тыс. лесных пожаров, охватывающих около 20 млн. га. лесных земель. Они относятся к стихийным бедствиям, приводящим к значительным экономическим последствиям: разрушению экосистемы, ухудшению экологической обстановке и прочее. Скорость уничтожения лесного покрова на Земле выше, чем скорость его восстановления. Даже с привлечением человека для посадки новых лесов природа не успевает восстановить утраченный покров. Это приводит к обезлесению и последующему опустыниванию территорий, что негативно сказывается на климате, экосистеме, распределении ресурсов. При этом разные виды лесных пожаров ведут себя по-разному. Их особенности необходимо учитывать в процессе осуществления мероприятий по ликвидации огня в лесных биогеоценозах. Чаще всего к лесным пожарам приводит человеческая невнимательность, халатность и нарушение правил пожарной безопасности.

Лесной пожар, как специфический экологический фактор, оказывает существенное влияние на все компоненты биогеоценозов, но в первую очередь на напочвенный покров, который служит проводником горения при всех видах пожаров. От его пирологической характеристики зависят параметры кромки пожара, вид и интенсивность, тактика и техника тушения пожаров, экономические, экологические и социальные последствия. В свою очередь, пирологическая характеристика лесных горючих материалов зависит от типа леса и лесоводственно-таксационной характеристики самого насаждения.

В результате лесных пожаров значительно ухудшаются экологические условия, наблюдаются потери органического вещества и азота, снижение почвенного плодородия и связанного с ней текущего прироста, смена видового состава растительности, ухудшение санитарного состояния лесов, усиление эрозионных процессов и др. изменения.

Исследования проведены в ГЛХУ «Воложинский лесхоз» в 2020 году.

В породном составе лесхоза преобладают сосновые насаждения – 69% лесопокрытой площади. Березняки составляют 15%, ельники – 6%, черноольшаники – 7%, дубравы – 1%, осинники – 1%. Другие породы (клен, ясень, граб, липа) значительного распространения на территории лесхоза не получили.

В границах лесхоза хвойные насаждения занимают 67,0%, твердолиственные – 1,1% и мягколиственные – 31,9% покрытых лесом земель. Среди них легкозагораемые типы леса составляют 39,2% покрытых лесом земель, из них 90,9% приходится на хвойные насаждения.

Возрастная структура лесов лесхоза характеризуется следующими показателями: молодняки составляют 20,3%, средневозрастные – 60,7%, приспевающие – 14,3%, спелые и перестойные – 4,7% от покрытых лесом земель.

В формации сосновых лесов наиболее распространены мшистые, кисличные, черничные и орляковые типы леса. Все это указывает на высокую опасность возникновения лесных пожаров, хотя средний класс природной пожарной опасности территории лесхоза составляет всего III,0.

Наличие на территории лесхоза сравнительно развитой дорожной сети, интенсивная посещаемость населением лесных массивов обуславливает необходимость усиления и совершенствования охраны лесов от пожаров.

Лесные пожары на напочвенный покров оказывают более сильное воздействие, чем на древостой. Лишайники, мхи, травянистые растения, лесная подстилка и опад являются прекрасными проводниками горения. Эти живые организмы уже полностью или частично гибнут при низовых пожарах слабой и средней интенсивности. Для определения показателей напочвенного покрова нами были использованы общепринятые методики белорусских ученых, результаты которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Проектное покрытие живым напочвенным покровом на пробных площадях

Название растений	Пробные площади					
	1		2		3	
	Варианты покрытия, %					
	контроль	пожар	контроль	пожар	контроль	пожар
Травянистый ярус: Черника	10	<5	20	5	5	—
Брусника	5	—	5	>1	—	—
Костяника	>1	>1	—	—	>1	>1
Ожика волосистая	1	—	>1	—	—	—
Иван-чай	5	—	—	—	—	—
Вереск обыкновенный	—	—	—	>1	—	—
Белоус торчащий	—	>1	5	—	5	1
Овсяница овечья	15	10	—	—	—	10
Земляника	—	—	>5	—	>1	—
Иван-чай	—	>1	1	—	—	—
Голубика	—	—	—	5	—	—
Майник двулистный	5	<1	—	—	10	—
Осока песчаная	—	—	>1	—	>1	—
Мохово- лишайниковый ярус:						
Мох Шребера	25	10	20	<5	25	—
Дикранум	5	1	10	—	1	—
Сфагновый мох	—	—	—	5	—	—
Итого проективное покрытие %:	72	30	68	22	49	12

На основании представленных данных, мы определили весовые потери в живом напочвенном покрове на площадях, пройденных пожарами различной интенсивности, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Потери запаса в живом напочвенном покрове

Пробная площадь	Вариант	Травянистый ярус	Мохово- лишайниковый ярус
		Запас т/га	Масса т/га
1 Пожар слабой интенсивности	Контроль	0,70	0,89
	Пожар	0,64	0,40
	Потери	0,06	0,49
2 Пожар средней интенсивности	Контроль	0,87	0,58
	Пожар	0,68	—
	Потери	0,19	0,58
3 Пожар сильной интенсивности	Контроль	1,30	1,15
	Пожар	1,01	0,30
	Потери	0,29	0,85

Потери в травянистом ярусе после пожаров слабой интенсивности составил 0,6 т/га, средней – 0,19 т/га, сильной – 0,29 т/га. В мохово-лишайниковом ярусе соответственно 0,49 т/га, 0,58 т/га, 0,85 т/га.

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Леонтьева М.С.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В процессе планирования отправки груза железнодорожным транспортом из России в Беларусь и в обратном направлении, встает вопрос в обеспечении их пожарной безопасности. Международные транспортные проекты подтверждают актуальность совершенствования известных и разработку новых методов снижения пожарной опасности.

Ключевые слова: железнодорожные перевозки, опасные грузы, пожарный риск, пожарная опасность грузов.

FIRE DANGER OF RAILWAY CARGO TRANSPORTATION IN THE RUSSIAN FEDERATION AND THE REPUBLIC OF BELARUS

Leonteva M.S.

Abstract. In the process of planning the shipment of cargo by rail from Russia to Belarus and in the opposite direction, the question arises of ensuring their fire safety. International transport projects confirm the relevance of improving the known and developing new methods of reducing fire danger.

Keywords: railway transportation, dangerous goods, fire risk, fire danger of cargo.

Существование и развитие современной экономики невозможно представить без транспортной инфраструктуры. Транспортная отрасль играет важную роль, как в Российской Федерации, так и в республике Беларусь. Каждый день продукты, идентифицированные как опасные грузы, перевозятся различными видами транспорта. В настоящее время по железной дороге перевозится наибольшее количество опасных грузов. Российская Федерация является важнейшим стратегическим партнером Республики Беларусь на рынке грузовых перевозок - на долю России приходится 88% транзитных перевозок через Беларусь, 61% импортных и 22% экспортных. Погрузка и грузооборот российских железных дорог показывает стабильный рост на протяжении последних нескольких лет, а также по прогнозу на 5 лет вперед, объем перевозок возрастет. Положительная тенденция связана с развитием, как отечественной экономики, так и с возрастанием объемов международных перевозок с использованием железнодорожного транспорта. Среднегодовой прирост погрузки составляет 1,9%, а грузооборота – 2,2%. По протяженности железных дорог Россия находится на третьем месте в мире после США и Китая. Белорусская железная дорога стыкует вагоны западноевропейской колеи (узкой колеи 1435 мм) с вагонами СНГ (широкой колеи 1520 мм), на границе имеются терминалы по перегрузке контейнеров, тарно-штучных, навалочных, скоропортящихся и других грузов. По территории Беларусь проходит два международных транспортных коридора:

- Международный транспортный коридор №2: транспортируются грузы из/в Германию и Польшу транзитом по Беларуси в/из Россию железнодорожным транспортом.

- Международный транспортный коридор №9: с Севера на Юг, грузоперевозки между странами Черного и Балтийского морей, Средиземноморья и Ближнего Востока. Грузы следуют транзитом по Беларуси, в/из Литву, далее в порт Калининград (Россия) / порт Клайпеда (Литва), в третьи страны (рисунок 1).

Актуальность совершенствования известных и разработка новых методов снижения пожарной опасности на основе анализа пожарной опасности веществ и материалов при перевозках грузовым железнодорожным транспортом подтверждается также созданием совместных транспортных проектов. Например, проект «Западная Европа – Западный Китай». Он является одним из самых крупных международных замыслов нашего времени, который планируется запустить к 2023 году на территории нескольких государств – Китая, Казахстана и России.



Рисунок 1 - Общеввропейские транспортные коридоры № 2 и № 9

Стратегией развития железнодорожного транспорта РФ до 2030 года определены ключевые задачи, стоящие перед железнодорожным транспортом, являющиеся критическими для дальнейшего социально-экономического роста страны. Одна из таких - обеспечение безопасности функционирования железнодорожного транспорта. Базовым принципом Стратегии является ориентация на развитие железнодорожного транспорта в РФ преимущественно на основе «стратегии инновационного прорыва», предусматривающей широкое внедрение современных достижений научно-технического прогресса в практику работы железных дорог.

По данным информационно-статистического бюллетеня Министерства транспорта РФ за январь-сентябрь 2020 года грузооборот железнодорожного транспорта с большим отрывом лидирует наряду с трубопроводным среди остальных видов транспорта. Под грузооборотом понимается экономический показатель работы транспорта, равный произведению веса перевозимого за определенное время груза на расстояние перевозки [1]. Грузооборот в любой стране, в том числе и в России – это один из главных показателей развития экономики.

Основная часть транзитных грузоперевозок через Беларусь происходит в сообщении с Литвой, Латвией, РФ, Украиной и Польшей. Список грузов, перевозимых транзитом, обширен, но можно выделить наиболее важные перевозимые грузы, такие как: сжиженный газ и нефтепродукты; каменный уголь; строительные материалы; черные металлы; зерно; удобрения и прочие грузы.

Безопасность движения поездов – это состояние защищенности перевозочного процесса от аварийных ситуаций в работе, обеспечивающее сохранность грузов, безопасность пассажиров и персонала, сохранение окружающей природной среды и бесперебойное функционирование железных дорог. Причинами пожаров на подвижном составе и на объектах железнодорожного транспорта чаще всего являются: короткие замыкания в электроустановках; нарушения правил безопасности при ведении огневых работ; загорание изоляции паропроводов, пропитанных маслом; загорание грузов при перевозках железнодорожным транспортом; нарушение правил ведения маневровых работ на железнодорожном транспорте и др. Проведя анализ таблицы «Распределение пожаров на транспортных средствах, произошедших в 2017-2019 гг., по причинам их возникновения» [3] можно сделать вывод, что среди причин пожаров на транспортных средствах преобладает нарушение правил устройства и эксплуатации транспортных средств.

В настоящее время для оценки уровня пожарной опасности используется две группы методов: методы, основанные на индексации опасностей (детерминированные методы) и статистико-вероятностные методы. Первые позволяют определить условный уровень пожаровзрывоопасности; вторые - объединяют статистико-вероятностные методы, наиболее приемлемые для расчета вероятности возникновения пожара (взрыва), так как они учитывают случайный характер событий и позволяют оценить фактический уровень пожарной опасности. Объекты пожара, которые могут привести к массовому поражению людей, находящихся на этих

объектах и окружающей территории, опасными и вредными производственными факторами, опасными факторами пожара и их вторичными проявлениями, должны иметь системы обеспечения пожарной безопасности, обеспечивающие минимальную возможную вероятность возникновения пожара. Вероятностные методы могут использоваться не только для оценки пожарной опасности технологических установок и систем, но и при разработке мер по повышению противопожарной защиты объекта.

К грузоперевозкам в транзитном сообщении предъявляются особые требования пожарной безопасности, которые возникают в процессе пересечения границ, особенно на границе стран, имеющих различия в ширине колеи железных дорог. В 2017 году было подписано соглашение между Германией, Польшей, Беларусью, Россией, Казахстаном, Монголией, Китаем для организации прямого маршрута поездов, которые следуют транзитом из Европы в Китай и страны Азии. Результатом таких действий стало увеличение объема транзитных грузоперевозок и сокращение сроков их доставки. Свести пожарный риск железнодорожных перевозок опасных грузов к нулю принципиально невозможно, но его можно попытаться уменьшить до такого уровня, с которым общество на данном этапе развития будет вынуждено согласиться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. — 2-е изд., испр. М.: ИНФРА-М. 479 с., 1999.
2. Статистика пожаров за 2019 год. Статистический сборник: Пожары и пожарная безопасность в 2019 году. Под общей редакцией Гордиенко Д.М. -М.: ВНИИПО, 2020.

УДК 691-492-027.267

ИССЛЕДОВАНИЕ БОРСОДЕРЖАЩЕГО КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО АНТИПИРЕНА

Литяга А.В.

Курбанова М.А. доктор технических наук

Ташкентский государственный технический университет

Академия МЧС Республики Узбекистан

Аннотация. В данной статье приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований, в частности изучения механизма и кинетических закономерностей кремний и бор содержащих олигомерных антипиренов АП-4 на основе метасиликата натрия и тетрабората натрия с многоатомными спиртами (МНТБА).

Ключевые слова: антипирены, огнестойкие материалы, пленкообразователь, кремнийорганические смолы, олигомерный антипирен, кремнийсодержащие антипирены.

STUDY OF BORON-CONTAINING ORGANOSILICON FIRE RETARDANT

Lityaga A.V.

Kurbanova M.A., Grand PhD in Technical Sciences

Tashkent State Technical University

Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan

Abstract. This article presents the results of theoretical and experimental studies, in particular, the study of the mechanism and kinetic patterns of silicon and boron containing oligomeric flame retardants AP-4 based on sodium metasilicate and sodium tetraborate with polyhydric alcohols (MNTBA).

Keywords: flame retardants, fire-resistant materials, film former, organosilicon resins, oligomeric flame retardant, silicon-containing flame retardants.

Во всем мире в настоящее время весьма перспективным направлением в создании покрытия пониженной горючести является использование традиционных дешевых и доступных пленкообразователей, в состав которых вводят замедлители горения (антипирены) реакционно-способного или аддитивного типа. Основу замедлителей горения или антипиренов составляют полимеры галоид содержащие или гетеро атомы (фосфор, кремний, азот и бор) [1].

Именно поэтому поиск новых термостойких и огнестойких материалов приобретает особую важность в связи с необходимостью решения технических, экологических и экономических проблем. Использование добавок полимерной природы, содержащих в своей структуре бор, имеет ряд преимуществ по сравнению с низкомолекулярными или неорганическими добавками. Перспективными представителями таких соединений являются борорганические полимеры.

Бор - и кремнийорганические смолы благодаря своим превосходным качествам находят разнообразное применение. Исключительная гидрофобность, термостойкость и другие ценные качества материалов на их основе позволили повысить надежность работы машин и оборудования, уменьшить их вес, сократить расход материалов и способствовали созданию новых более совершенных электроизоляторов, защитных покрытий и т.д.

В связи с перечисленными нами тоже приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований, в частности изучения механизма и кинетических закономерностей кремний и бор содержащих олигомерных антипиренов АП-4 на основе метасиликата натрия и тетрабората натрия с многоатомными спиртами (МНТБА) [2].

Синтез проводился при температуре от 353 К до получения однородной массы. Полученный олигомерный продукт имеет следующие характеристики: однородный порошок коричневого цвета, средняя молекулярная масса 2400-2500, нелетучий, содержащий основной компонент в количестве, равном 89,6 %.

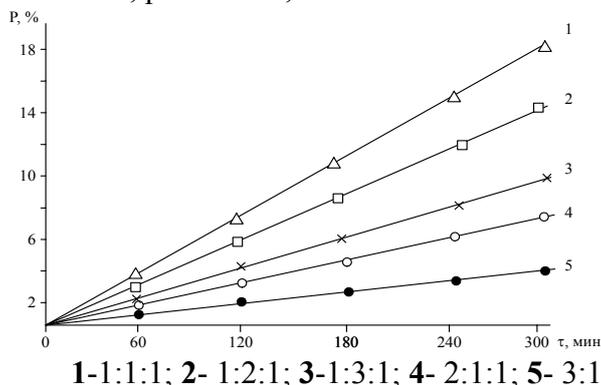
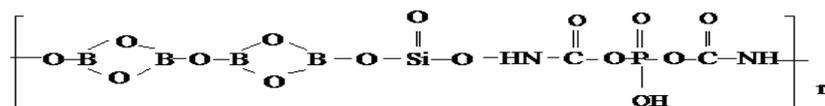


Рис. Выхода борсодержащего кремнийорганического олигомера в зависимости соотношении реагентов

При синтезе олигомерного антипирена МНТБА (АП-4) реакция взаимодействия идет в растворе глицерина тетрабората натрия и раствора метасиликата натрия в воде в виде натриевого жидкого стекла в мольном соотношении 1:1.



Для улучшения термостойкости и образования олигомера полученную массу соединяли с аддуктом мочевины с фосфорной кислотой в мольном соотношении: 1:1.

Синтез проводится до получения однородной массы. В этой реакции тоже идет дегидратация силиката с присоединением кремния боратных и аминных групп, которые образуют трифункциональные группы кремнийсодержащего олигомера.

Для получения борсодержащего полисилоксана более высокой молекулярной массы реагенты следует брать в эквимольных соотношениях.

Зависимость выхода олигомера от соотношения исходных реагентов носит экстремальный характер, причем максимальный выход соответствует соотношению 1:1:1(таблица).

Таблица

Влияние соотношения реагентов на состав продукта (343 К, $\tau=6$ час)

Мольное соотношение: МСН:ТН:АД	Выход, %	рН - среды	Удель наявязко сть, η	Элементный анализ			
				кремний		бор	
				Вычислено	Найдено	Вычислено	Найдено
3:1:1	64,7	12,3	0,052	4,1	7,3	3,22	2,1
2:1:1	75,3	11,5	0,061		5,6		2,9
1:1:1	89,9	9,78	0,09		4,3		3,04
1:2:1	76,5	10,75	0,051		3,9		4,6
1:3:1	69,2	12,8	0,048		3,2		5,3

Исследование зависимости скорости реакции, определяемой по отношению скорости расходования метасиликата натрия от соотношения исходных реагентов, которое показало, что кинетическая зависимость образования олигомерного продукта характеризуется уменьшением тангенса угла наклона в случае нарушения эквимольности.

Идентификация и подтверждение взаимодействия метасиликата натрия в водном растворе с тетраборатом натрия и аддуктом мочевины, также содержание структуры бора – содержащий органосилоксан, полученный из тетрабората и метасиликата натрия с мочевиной фосфорной кислотой, было проведено современными аналитическими методами.

Инфракрасный спектральный анализ показал присутствие борсодержащего кремнийорганического олигомера и группы бората, силиконовых групп в области полосы В-Si-O-1000-634 см⁻¹, групп для колебаний деформации. В спектре в области полосы 1160-1180см⁻¹С-О- и этильной группы, в полосе -В-О- 1350-1400 см⁻¹ варьируются характерная боратная группа, которая подтверждает взаимодействие боратов с силикатами.

Таким образом, необходимо отметить, что получение кремнийорганических олигомеров на основе метасиликата натрия и тетрабората натрия зависит от температуры реакции и мольного соотношения реагентов, так как с повышением температуры происходит стеклование силикатов и невозможно получить ожидаемого результата. В итоге также следует учитывать, что кремнийсодержащие антипирены АП-4 на основе силиката и тетрабората натрия в виде олигомера сохраняются недолго, со временем этот антипирен образует полимерную композицию, как первоначальный олигомер, который также эффективно применяется в производстве водно-дисперсионных лакокрасочных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Levchik S.V. "New developments and trends in phosphorus flame retardants". 2nd Inter.Symp. Flame Retardant Mater.& Technologies Chengdu, China. September 17-20, 2012.- P.15.
2. Курбанова М.А., Исмаилов И.И. Антипирены на основе борсодержащих кремнийорганических соединений. //Ж.Химия и химическая технология. Россия.-Иваново, 2015.Т.58.№12. С.10-14.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ФАКТОРОВ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Логвинова Е.В.

Актерский Ю.Е., доктор военных наук, профессор

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В статье анализируются особенности обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности объектов нефтегазового комплекса по хранению сжиженного природного газа в условиях Арктики. Научная новизна работы заключается в рассмотрении вопроса с учетом экстремальных природно-климатических условий Арктической зоны Российской Федерации. В статье обосновывается, что в ближайшей перспективе ожидается увеличение добычи природного газа и получения из него СПГ на современных предприятиях нефтегазового комплекса. Все это делает актуальным поиск новых эффективных решений по снижению пожарной опасности подобных объектов.

Ключевые слова: СПГ, хранение, объект, резервуар, газ, пожарная безопасность, температура, обеспечение, природный газ, сооружение, технологический, давление, здание, опасность.

ANALYSIS OF KEY INDICATORS AND ASSESSMENT FACTORS FIRE HAZARD OF OBJECTS OF THE OIL AND GAS COMPLEX OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Logvinova E.V.

Actor J. E., Grand PhD in Military Sciences, Professor

Saint Petersburg State University of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. The article analyzes the features of ensuring the required level of fire safety of oil and gas facilities for the storage of liquefied natural gas in the conditions of the Article. The scientific novelty of the work is to consider the issue taking into account the extreme natural and climatic conditions of the Arctic zone of the Russian Federation. The article proves that in the near future it is expected to increase the production of natural gas and the production of LNG from it at modern enterprises of the oil and gas complex. All this makes it relevant to search for new effective solutions to reduce the fire danger of such objects.

Keywords: LNG, storage, object, tank, gas, fire safety, temperature, supply, natural gas, construction, technological, pressure, building, danger.

Сжиженный природный газ - это природный газ, охлажденный после очистки от примесей до температуры конденсации (-161,5 °С). Объем газа при сжижении уменьшается в 600 раз, что является одним из основных преимуществ этой технологии. Природный сжиженный газ может храниться как в наземных, так в плавучих резервуарах в специальных условиях – так называемых криогенных резервуарах. Они подразделяются на емкости стационарного типа, которые являются составной частью комплексного технологического процесса хранения газа. Форма резервуаров выбирается с учетом их назначения, удобства изготовления, перевозки и эксплуатации. Существует несколько видов форм резервуаров: горизонтальные, вертикальные, конусообразные, пулевидные и т.д.

Условия хранения могут отличаться в зависимости от климата местности, например, в арктических условиях хранение требует меньше энергозатрат, так как температура окружающей среды низкая, что упрощает охлаждение газа.

В зависимости от назначения криогенные резервуары подразделяются на:

технологические;
стационарные, входящие в состав системы хранения, выдачи и газификации СПГ;
транспортные.

- Технологические резервуары предназначены для приема, производимого на комплексе СПГ и обеспечения потребителей этим продуктом (в жидком или газообразном виде) по заданному графику расхода.

- Стационарные резервуары систем хранения, выдачи и газификации СПГ предназначены для длительного хранения продукта под давлением от 0,02 до 0,6 МПа.

- Транспортные резервуары предназначены для доставки СПГ потребителю под давлением до 1,6 МПа.

Примером может служить комплекс по добыче и хранению природного газа в условиях Арктики «Ямал СПГ». Таких объектов в условиях полярного климата и вечной мерзлоты в мире еще не строилось.

- Три технологические линии подготовки и сжижения природного газа (линии 1, 2 и 3, производительность каждой линии 5–5,5 млн т СПГ в год, в среднем 680 т СПГ в час);

- Четыре изотермических резервуара СПГ по 160 тыс. куб. м. каждый.

«ЯМАЛ СПГ» – интегрированный проект по добыче, сжижению, хранению и поставкам природного газа. Проект предусматривает строительство завода по производству природного газа и его сжижению (СПГ) на ресурсной базе Южно-Тамбейского месторождения (северо-восток полуострова Ямал). В рамках реализации Проекта создается транспортная инфраструктура, включающая морской порт и аэропорт Сабетта.

Объекты по хранению СПГ относятся к особо опасным объектам по пожарной безопасности, так как СПГ, является веществом с повышенной пожаровзрывоопасностью, на относительно небольших площадях хранилищ. Они обуславливают серьезную проблему обеспечения пожарной безопасности такого рода объектов, несмотря на то, что принятый по технологии изотермический способ хранения продукта (при температуре, близкой к температуре кипения, и давлении, незначительно отличающемся от атмосферного) снижает уровень пожаровзрывоопасности по сравнению с хранением под давлением. В условиях Арктики даже при минусовых температурах риск пожарной опасности не уменьшается. Но усложняются условия по его ликвидации в виду погодных условий. Удаленное местоположение, сложные климатические условия, значительные перепады температур создают немало проблем. Из-за короткого периода положительных температур было принято решение строить завод по модульному принципу, а из-за вечной мерзлоты весь завод, включая огромные бетонные резервуары для хранения сжиженного газа, пришлось строить на сваях. Понадобилось создать новый класс танкеров ледокольного типа, позволяющие перевозить СПГ по Северному морскому пути.

Высокая пожарная опасность объектов нефтегазовой отрасли обусловлена рядом специфических факторов, среди которых одним из наиболее значимых является присутствие и обращение в технологических процессах объекта большого количества пожаровзрывоопасных веществ и материалов. Как показывает анализ аварийности на подобных объектах, наибольшую опасность представляют аварийные ситуации, связанные с разгерметизацией оборудования и выбросом пожаровзрывоопасных веществ в окружающее пространство.

В настоящее время требования к хранилищам СПГ в части пожарной безопасности регламентируются СП 240.1311500.2015 "Хранилища сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности", который в зависимости от типа резервуаров устанавливает требования для резервуаров объемом хранения до 200 тыс. куб. м.

Требования пожарной безопасности должны соблюдаться на всех этапах жизненного цикла объекта, начиная от технико-экономического обоснования, проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию до вывода из эксплуатации и ликвидации. Грамотное проектирование, соблюдение нормативных требований при обслуживании и эксплуатации, профилактика нарушений требований, снижающая влияние человеческого фактора, являются ключевыми критериями обеспечения пожарной безопасности производственного объекта.

При решении вопросов пожарной безопасности объектов, размещаемых в Арктическом регионе, также необходимо учитывать влияние самых разных факторов:

- особенности строительства в условиях вечной мерзлоты;
- применение зданий, сооружений и наружных установок в модульном исполнении, размещение зданий и сооружений на свайных основаниях;
- преимущественное размещение взрывопожароопасного оборудования в зданиях и закрытых сооружениях;
- обеспечение эвакуации людей из зданий и сооружений;
- функционирование систем противоаварийной и противопожарной защиты в арктических условиях;
- особенности устройства систем противопожарного водоснабжения;
- пожарная охрана объектов (сложности в задействовании дополнительных подразделений в условиях недостаточно развитой инфраструктуры, оснащение пожарной техникой необходимого климатического исполнения);
- удаленность объектов от поселков и городов;
- отсутствие дорог в летнее время (в связи с тем, что доставка сотрудников возможна лишь вертолетом);
- вахтовый метод работы (несение службы), ограниченный состав вахты.

В заключении хочется отметить, что в Арктической зоне расположены несколько изолированных центров газодобычи, потенциал которых может использоваться для производства СПГ, например, в Норильске, Якутске и Анадыре. В Балтийском районе реализуются и планируются к реализации несколько проектов СПГ мало-, средне- и крупнотоннажных, с которых возможны поставки СПГ через Белое море в Арктическую зону в период судоходства по Беломорско-Балтийскому каналу. Для этого требуется строительство газовоза, имеющего возможность прохода по каналу. Общий объем производства СПГ в Балтийском регионе и Арктике может достичь 70 млн т в год к 2030 году. Из этого можно сделать вывод, что следует строго соблюдать меры пожарной безопасности, качественно следить за состоянием оборудования, внедрять новые технологии по предотвращению угроз возгорания и взрыва, так как рост конкуренции и давление на производителей на мировом рынке приводит к необходимости поиска новых сегментов рынка СПГ, и внутренний рынок России в виде промышленных потребителей и бункеровки судов может стать эффективным решением для российского СПГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Чуприян «Обеспечение комплексной безопасности населения и территорий Арктической зоны Российской Федерации». - 2010. - №УДК 614.8. - С. 4.
2. Указ Президента Российской Федерации «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» от 05.03.2020 № 164.
3. Гордиенко Денис Михайлович «Пожарная безопасность особо опасных и технически сложных производственных объектов нефтегазового комплекса»: дис. на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.26.03. - Москва, 2017. - 386 с.
4. Ю.Е.Актерский, Л.Е. Ноянов, Е.В. Логвинова «К вопросу о применении специальных технических условий по обеспечению пожарной безопасности при проектировании многофункциональных комплексов в городах Арктической зоны Российской Федерации» - Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России: 2020. - С. 4.

РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОГО ПУНКТА

Магомедов М.Д.

Салихова А.Х., кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Современные нормативные документы в области пожарной безопасности устанавливаю требования к обеспечению взрывозащиты помещений категории А «повышенная взрывопожароопасность» и Б «взрывопожароопасность». В данной работе проведены расчеты легкобрасываемых конструкций для помещения газорегуляторного пункта промышленного предприятия.

Ключевые слова: взрывозащита, горючий газ, избыточное давление, легкобрасываемые конструкции

CALCULATION JUSTIFICATION OF EXPLOSION PROTECTION OF THE GAS CONTROL POINT BUILDING

Magomedov M.D.

Salikhova A. Kh., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. Modern regulatory documents in the field of fire safety establish requirements for ensuring explosion protection of premises of category A "high explosion and fire hazard" and B "explosion and fire hazard". In this paper, calculations of easy-to-throw structures for the premises of the gas control point of an industrial enterprise are carried out.

Keywords: explosion protection, combustible gas, overpressure, easy-to-throw structures

В настоящее время нормативные документы регламентируют особые условия проектирования зданий взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий, в которых предусмотрено постоянное обращение горючих веществ. Расчеты показывают, что существующие здания операторных или газорегуляторных пунктов не выдерживают нагрузок от аварийных взрывов газовоздушных горючих смесей (ГС). Взрывоустойчивые здания являются объектами нового типа по конструктивному исполнению. Во взрывоустойчивых зданиях должна быть исключена возможность разрушения основных несущих и ограждающих конструкций.

В помещениях категорий А «повышенная взрывопожароопасность» и Б «взрывопожароопасность» согласно СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [1] следует предусматривать наружные легкобрасываемые ограждающие конструкции (ЛСК). В качестве ЛСК следует, как правило, использовать остекление окон и фонарей. При недостаточной площади остекления допускается в качестве легкобрасываемых конструкций использовать конструкции покрытий из стальных, алюминиевых и асбестоцементных листов и эффективного утеплителя. Площадь легкобрасываемых конструкций следует определять расчетом. При отсутствии расчетных данных площадь легкобрасываемых конструкций должна составлять не менее $0,05 \text{ м}^2$ на 1 м^3 объема помещения категории А и не менее $0,03 \text{ м}^2$ — помещения категории Б.

Помещение газорегуляторного пункта рассматриваемого предприятия относится к категории А «повышенная взрывопожароопасность» и, следовательно, необходимо оборудовать его ЛСК. Имеющиеся пластиковые стеклопакеты и железобетонные перекрытия по техническим условиям не являются легкобросаемыми конструкциями.

Взрывоопасное производственное здание состоит из одного помещения. Длина l_n и ширина b_n помещения составляют соответственно 10 и 7,5 м, расчетная высота помещения $h_n = 4$ м. Геометрический объем помещения $V_{ном} = 300$ м³, свободный объем помещения $V_{св} = 240$ м³.

В помещении в аварийной ситуации может образовываться метановоздушная горючая смесь. Давление и температура в помещении до воспламенения горючей смеси принимаются равными $P_0 = 101,3$ кПа, $t_0 = 20^\circ\text{C}$. Коэффициент степени заполнения объема помещения горючей смесью и участия ее во взрыве $\mu_v = 1$. Характеристики горючей смеси принимаются по данным таблицы прил. 2 [2]. Расчетная нормальная скорость распространения пламени определяется по формуле:

$$U_{н.р} = 0,55 \times U_{нmax} \quad (1)$$

Для газопаровоздушных смесей $U_{нmax}$ принимается равной нормальной скорости распространения пламени, определяемой применительно к горючей смеси стехиометрического состава по справочным данным.

$$U_{н.р} = 0,55 \times 0,28 = 0,154 \text{ м/с.}$$

Расчетная плотность газа в помещении перед воспламенением смеси определяется по формуле:

$$\rho_0 = \frac{0,5367 \cdot \mu_v^* \cdot (\rho_{НКПР} + \rho_{max})}{1 + 0,00367 \cdot t_0} + (1 - \mu_v^*) \cdot \frac{1,294}{1 + 0,00367 \cdot t_0}, \quad (2)$$

где μ_v^* – коэффициент степени заполнения объема помещения взрывоопасной смесью;

$\rho_{НКПР}$ – плотность горючей среды при концентрации горючего, соответствующей НКПР, кг/м³;

ρ_{max} – плотность горючей среды при концентрации горючего, соответствующей $U_{нmax}$, кг/м³;

t_0 – максимальная температура воздуха в помещении перед воспламенением, °C;

$$\mu_v^* = \frac{\mu_v}{Z} \quad (3)$$

Если определяемое по формуле (3) значение $\mu_v^* > 1$, следует принимать $\mu_v^* = 1$. При отсутствии справочных данных расчетную плотность газа в помещении перед воспламенением ρ_0 допускается определять по формуле:

$$\rho_0 = \frac{0,036 \cdot \mu_v^* + 1,294}{1 + 0,00367 \cdot t_0} \quad (4)$$

$$\rho_0 = \frac{0,5367 \cdot 1 \cdot (1,15 + 1,13)}{1 + 0,00367 \cdot 20} = 1,14 \text{ кг/м}^3.$$

Расчетная степень сжатия продуктов горения при взрыве в замкнутом объеме определяется по формуле:

$$\varepsilon_c = 0,5 \cdot (\varepsilon_{сНКПР} + \varepsilon_{сmax}), \quad (5)$$

где $\varepsilon_{сНКПР}$ – степень сжатия продуктов горения при взрыве в замкнутом объеме с концентрацией горючего, соответствующей НКПР;

$\varepsilon_{сmax}$ – степень сжатия продуктов горения при взрыве в замкнутом объеме с концентрацией горючего, соответствующей $U_{нmax}$.

$$\varepsilon_c = 0,5 (6,0 + 9,1) = 7,55.$$

Показатель интенсификации взрывного горения α определяется линейной интерполяцией по табл. 1 [2] в зависимости от степени загроможденности помещения строительными конструкциями и оборудованием θ_z и объема V , в котором происходит горение взрывоопасной смеси – для малогабаритных строительных конструкций и оборудования при $\theta_z = 20\%$ – $\alpha = 4,42$.

Допустимое избыточное давление в помещении $\Delta P_{дон}$ принимается равным 5 кПа.

β_m – коэффициент, учитывающий влияние степени загазованности объема помещения взрывоопасной смесью на величину $S_{ост}$, равный:

$$\beta_m = 0 \text{ при } \mu_v < \mu_1 = 0,01 \Delta P_{дон} / (\varepsilon_c - 1);$$

$$\beta_m = 1 \text{ при } \mu_v > \mu_2 = 1,3/\varepsilon_c;$$

$$\beta_m = (\mu_v - \mu_1) / (\mu_2 - \mu_1) + 0,15 \cdot \sin[\pi \cdot (\mu_v - \mu_1) / (\mu_2 - \mu_1)] \text{ при } \mu_1 < \mu_v < \mu_2;$$

$$\mu_v = 1 < \mu_1 = 0,01 \cdot 5 / (7,55 - 1) = 0,007 - \text{ не выполняется.}$$

$$\mu_v = 1 > \mu_2 = 1,3 / 7,55 = 0,172 - \text{ выполняется.}$$

Поэтому коэффициент $\beta_m = 1$.

Так как $h_n = 4 \text{ м} < l_n = 10 \text{ м}$, то коэффициент, учитывающий влияние формы помещения и эффект истечения продуктов горения взрывоопасной ГС, определяется по формуле:

$$K_\phi = \frac{0,5 \cdot (b_n^2 + h_n^2)}{\sqrt[3]{V_{пом}^2}} \quad (6)$$

$$K_\phi = \frac{0,5 \cdot (7,5^2 + 4^2)}{\sqrt[3]{300^2}} = 0,837$$

Требуемая площадь открытых проемов в наружном ограждении взрывоопасного помещения, при которой избыточное давление в нем при взрывном горении ГС не превысит $\Delta P_{дон}$, определяется по формуле:

$$S_{откр.пр.} = \frac{0,105 \cdot U_{н.р.} \cdot \alpha \cdot (\varepsilon_c - 1) \cdot \beta_m \cdot K_\phi \cdot \sqrt[3]{V_{св}^2} \cdot \sqrt{\rho_0}}{\sqrt{\Delta P_{дон}}} \quad (7)$$

$$S_{откр.пр.} = \frac{0,105 \cdot 0,154 \cdot 4,42 \cdot (7,55 - 1) \cdot 1 \cdot 0,837 \cdot \sqrt[3]{240^2} \cdot \sqrt{1,14}}{\sqrt{5}} = 6,9 \text{ м}^2.$$

Расчетная видимая скорость распространения пламени определяется по формуле:

$$U_p = 0,5 \cdot \alpha \cdot U_{н.р.} \cdot (\varepsilon_{рНКПР} + \varepsilon_{рmax}). \quad (8)$$

$$U_p = 0,5 \cdot 7,55 \cdot 0,154 \cdot (5,0 + 7,6) = 7,32 \text{ м/с.}$$

Поскольку $U_p < 65 \text{ м/с}$, возможно эффективное использование ЛСК для снижения избыточного давления взрыва в помещении до принятой допустимой величины 5 кПа.

В качестве ЛСК для снижения избыточно- го давления взрыва в помещении рассматривается оконный переплет, показанный на рис. 1.

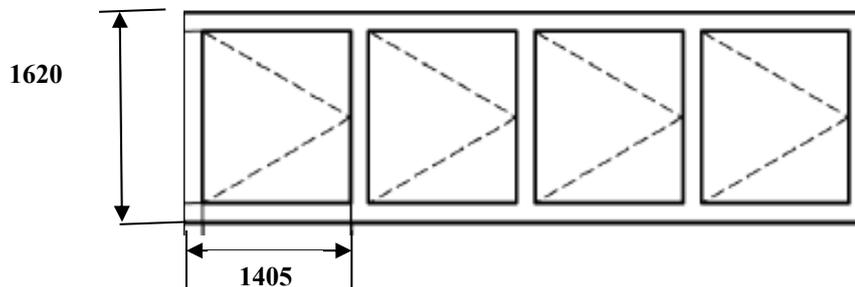


Рис. 1 Схема оконного переплета

Предлагается оконный переплет, который имеет четыре одинаковых застекленных проема. Принимается, что для застекления оконных проемов используется стекло толщиной 5 мм. Остекление одинарное. Расчетные размеры стекол определяются по формулам [2]:

$$аст = 1,405 + 3 \cdot 0,005 = 1,42 \text{ м; вст} = 1,62 + 3 \cdot 0,005 = 1,635 \text{ м.}$$

Площадь стекла $S_{ст} = 1,42 \cdot 1,635 = 2,32 \text{ м}^2$. Коэффициент $\lambda_{ст} = 1,42 / 1,635 = 0,865$.

Линейной интерполяцией определяются коэффициенты $K_{Sh} = 0,365$ и $K_{\lambda} = 1,044$ [2]:

Значение приведенного давления вскрытия оконного остекления определяется по формуле:

$$\Delta P_{\text{доп}}^* = \Delta P_{\text{доп}} / K_{\text{Sh}} \times K_{\lambda} \quad (9)$$

$$\Delta P_{\text{доп}}^* = 5 / (0,365 \times 1,044) = 13,12 \text{ кПа.}$$

Коэффициент вскрытия одинарного остекления при взрыве определяется по табл. 2 [2,3]: $K_{\text{вскр}} = 0,843$.

Таким образом, при устройстве одинарного остекления с использованием оконных переплетов, показанных на рис. 1, обеспечивается достаточно высокая эффективность вскрытия ЛСК. Площадь ЛСК в наружном ограждении помещения определяется по формуле:

$$\sum_{i=1}^n S_{\text{ЛСК}_i} \cdot K_{\text{вскр}_i}^{\text{ЛСК}} \geq S_{\text{откр.тр.}} \quad (10)$$

где $S_{\text{ЛСК}_i}$ – площадь проемов в наружном ограждении взрывоопасного помещения, перекрываемых ЛСК i -го типа, м^2 ;

$K_{\text{вскр}_i}^{\text{ЛСК}}$ – коэффициент вскрытия ЛСК i -го типа при взрыве;

$S_{\text{откр.тр.}}$ – требуемая площадь открытых проемов в наружном ограждении взрывоопасного помещения, при которой избыточное давление в нем при взрывном горении ГС не превышает допустимое значение, м^2 .

$$S_{\text{лск}} \geq 6,9 / 0,843 = 8,2 \text{ м}^2.$$

Итак, для предотвращения разрушения здания при аварийном взрыве метановоздушной смеси, необходимо предусмотреть в наружном ограждении (стенах) помещения одинарные проемы, застекленные стеклами толщиной 3 мм на площади не менее $S_{\text{лск}} = 8,2 \text{ м}^2$. При этом, согласно [1] требуемая общая площадь оконных проемов как ЛСК должна быть не меньше 14 м^2 . Поэтому предлагается предусмотреть дополнительно вскрывающиеся облегченные элементы покрытия из металлических или асбестоцементных листов площадью не менее 6 м^2 .

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным решениям.
2. Расчет параметров легкобрасываемых конструкций для взрывопожароопасных помещений промышленных объектов: рекомендации. - М.: ВНИИПО, 2015. - 48 с.
3. Пилюгин Л.П. Обеспечение взрывоустойчивости зданий с помощью предохранительных конструкций. – М.: Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2000 г. – 224 с.

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ КАТАСТРОФ И СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ В РОССИИ

Малый И.А., кандидат технических наук, доцент
Закинчак А.И., кандидат экономических наук, доцент

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье содержатся предложения по направлениям развития единой государственной системы предупреждения и ликвидации катастроф и стихийных бедствий в России. Авторами рассматриваются вопросы адаптации перспективных технологий в РСЧС, а также их соответствие актуальным вызовам и угрозам. В заключении приведены положительные эффекты, которые будут получены в случае реализации авторских предложений.

Ключевые слова: технологии защиты населения, системы обеспечения безопасности, РСЧС, автоматизированные информационные системы.

DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF THE UNITED STATE SYSTEM OF PREVENTION AND ELIMINATION OF DISASTERS AND NATURAL DISASTERS IN RUSSIA

Maly I.A., PhD, Associate Professor
Zakinchak A.I., PhD, Associate Professor

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»

Abstract. The article contains proposals for the development of a unified state system for the prevention and elimination of catastrophes and natural disasters in Russia. The authors consider the issues of adaptation of promising technologies in the RSF (prevention and response system), as well as their compliance with current challenges and threats. In conclusion, the positive effects that will be obtained in the case of the implementation of the author's proposals are given

Keywords: technologies for the protection of the population, security systems, prevention and response system, automated information systems.

На современном этапе развития общества не только природные катаклизмы несут в себе неконтролируемую угрозу. Как показывает статистика [1], все в большей степени возрастает актуальность техногенных катастроф. Развитие науки и техники несет в себе не только созидательную энергию, но и становится активатором появления новых вызовов и угроз. Вероятность реализации техногенных рисков усугубляют геополитические условия, созданные для нашего государства, которые охватывают не только политическую сферу, но и экономическую, и как следствие – научно-техническую. В Российской Федерации, в настоящее время реализация крупномасштабных инфраструктурных проектов сопряжена с состоянием жесточайших международных ограничений, вызванных санкциями.

Как показывают исследования, проводимые специалистами в сфере безопасности [2], в настоящее время риски, сопряженные с технологическим развитием общества, способны реализовываться независимо от принимаемых мер благодаря внешнему воздействию и все чаще становятся трансграничными угрозами, которые затрагивают несколько государств.

Кроме того, современное российское общество полноценно освоило результаты масштабной цифровизации и развития информационно-коммуникационных технологий, что допускает возникновение потенциальных угроз и в этой сфере. При этом информационная сфера является связующим звеном не только для субъектов рыночного хозяйствования, но и для государственных структур, что выводит эти риски на первый план.

В качестве ориентира развития единой государственной системы предупреждения и ликвидации катастроф и стихийных бедствий в России федеральным органам исполнительной власти, а также органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации необходимо сосредоточить внимание на следующих основных направлениях:

- сконцентрировать усилия на проведении фундаментальных и прикладных исследований, направленных на разработку научных и методических основ прогноза рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- провести реинжиниринг процессов внедрения в практическую деятельность современных научно обоснованных методов оценки и управления рисками чрезвычайных ситуаций;

- продолжить разработку новых средств и технологий защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе средств коллективной и индивидуальной защиты;

- продолжить развитие и внедрение в практику новейших достижений науки и техники в области создания новой элементной базы, нано-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных технологий для решения прикладных задач в области защиты населения и территорий с учетом развития уровня информатизации общества;

- продолжить процесс интеграции в информационно-аналитические системы, обеспечивающие мониторинг, достоверное прогнозирование и раннее предупреждение чрезвычайных ситуаций, автоматизированных рабочих мест функциональных подсистем РСЧС.

Успешная реализация предлагаемых направлений невозможна без развития научной базы. Как показывает исторический опыт, внедрение передовых достижений науки позволяет получить существенное преимущество во всех сферах жизнедеятельности государства. В связи с этим в рамках заложенных в стратегических документах федерального уровня в области информатизации [3,4] структурам, обеспечивающим эффективное функционирование РСЧС, необходимо:

- продолжить процесс, направленный на модернизацию центров управления в кризисных ситуациях и единых дежурных диспетчерских служб, путем ввода современных информационно-коммуникационных технологий;

- обеспечить дальнейшее развитие системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций и пожаров, отработку комплекса межведомственного взаимодействия в вопросах предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на основе отечественных технологий;

- развивать космический мониторинг, обеспечивая свободный доступ к данным дистанционного зондирования Земли с применением российских космических аппаратов нового поколения;

- совершенствовать подготовку персонала организаций и населения к правильным и адекватным действиям по сигналам оповещения и неукоснительному выполнению всех рекомендаций, которые поступают по всем каналам связи.

- обеспечить развитие современных технологий государственного управления в сфере безопасности жизнедеятельности населения в рамках реализации мероприятий стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций до 2030 года [5];

- продолжить внедрение современных авиационно-спасательных технологий, новых образцов робототехнических комплексов, беспилотной авиации и специального оборудования в пожарных и спасательных подразделениях на основе импортозамещения;

– продолжить совершенствование уровня профессиональной подготовки специалистов, осуществляющих свою деятельность в системе антикризисного управления и минимизации последствий реализации рисков.

Важным направлением совершенствования мониторинга опасных природных, техногенных и других факторов является использование достижений научно-технического прогресса. Продолжением этой работы должно стать создание научно-технологической инфраструктуры, главная задача которой – моделирование катастрофических событий. Дальнейшая интеграция созданной системы позволит реализовывать функции определения методики расчета тарифа при страховании катастрофических рисков природного и техногенного характера по видам страхования, в оценке возможных убытков в результате катастрофических событий природного характера, мониторинге развития тех или иных природных процессов и т.д. Таким образом, возможно реализовать перспективное направление государственно-частного партнерства в сфере оказания услуг страхования и независимой оценки безопасности.

Реализованная в прошлом году реформа, в ходе которой было пересмотрено количество структурных подразделений ЦУКС, их штатная численность, а также возложенные на них функции, позволила переработать стоящие перед этими структурами задачи в соответствии с новыми подходами к организации территориальными органами МЧС России деятельности по предупреждению и ликвидации ЧС. Эти изменения, а также многие другие, происходившие в функциональных подсистемах РСЧС, накладывают повышенные требования к информатизации процессов, связанных с организацией межведомственного взаимодействия и обработкой данных, необходимых для принятия решений в ходе ликвидации чрезвычайной ситуации или ее предупреждения. Таким образом, еще одной перспективной задачей должна стать ориентация автоматизированной системы, предназначенной для обеспечения подготовки, сбора, хранения, обработки, анализа и передачи информации, а также поддержки принятия управленческих решений органами управления РСЧС в различных режимах функционирования (АИУС РСЧС) на вопросы прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций на этапе перерастания из вызовов в угрозу.

По нашему мнению, это должно привести к тому, что на всех уровнях управления будут реализованы мероприятия по совершенствованию деятельности органов управления и сил РСЧС, внедрению комплексных систем обеспечения безопасности жизнедеятельности населения (интегрированные в ведомственные системы управления), повышению уровней защиты населения, совершенствованию технологий и методов при проведении аварийно-спасательных работ. Процесс внедрения риск-ориентированного подхода при организации и осуществлении государственного надзора должен пройти стадию цифровизации и стать одним из функциональных модулей системы АИУС РСЧС, связанным с системой прогнозирования и анализа потенциальных рисков. Все это должно происходить параллельно с привлечением к деятельности общественных объединений и других некоммерческих организаций, а также совершенствованием нормативной правовой базы.

От успешной реализации данных направлений напрямую зависит качество обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, а также эффективность реализации государственной политики, направленной на развитие государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Закинчак А.И., Татиевский П.Б. Анализ проблем реализации государственных программ в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций // Пожарная и аварийная безопасность: сетевое издание. 2020. № 3 (18). С.17-24.
3. Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы».

4. Распоряжение Правительства РФ от 01.11.2013 N 2036-р «Об утверждении Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2025 года».
5. Указ Президента РФ от 16 октября 2019 г. № 501 «О Стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года».

УДК 614.84

ОЦЕНКА ОГНЕЗАЩИТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА СТАНДАРТНОГО ПОЖАРА

Мансуров Т.Х.

Беззапонная О.В., кандидат технических наук, доцент
Головина Е.В., кандидат технических наук

Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. Предложено использовать температурный режим стандартного пожара для создания термического воздействия на фрагменты кабельного изделия с нанесенными огнезащитными кабельными покрытиями различной химической природы. Экспериментально получены значения времени достижения критических температур в объеме кабельного изделия и на его поверхности под слоем огнезащитного покрытия. Выявлены эффекты повышенного дымообразования и снижения температуры в испытательной установке во время проведения испытаний фрагмента кабельного изделия с нанесенным огнезащитным покрытием. Установлено, что эффекты проявляются вне зависимости от химической природы огнезащитного покрытия, однако наступают в различное время эксперимента, ввиду разной огнезащитной эффективности применяемого огнезащитного покрытия.

Ключевые слова: огнезащитные кабельные покрытия, кабельные изделия, температурный режим стандартного пожара, огнезащитная эффективность.

EVALUATION OF FIRE-PROTECTIVE EFFICIENCY OF FIRE-PROTECTIVE CABLE COATINGS UNDER EXPOSURE TO TEMPERATURE REGIME OF STANDARD FIRE

Mansurov T.H.

Bezzaponnaya O.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Golovina E.V., PhD in Technical Sciences

Abstract. It is proposed to use the temperature regime of a standard fire to create a thermal effect on fragments of a cable product with applied flame retardant cable coatings of various chemical nature. The values of the time to reach critical temperatures in the volume of a cable product and on its surface under a layer of fire retardant coating were obtained experimentally. The effects of increased smoke generation and a decrease in temperature in the test facility during testing of a fragment of a cable product with an applied fire retardant coating are revealed. It has been established that the effects are manifested regardless of the chemical nature of the fire retardant coating, however, they occur at different times of the experiment, due to the different fire retardant efficiency of the applied fire retardant coating.

Keywords: flame retardant cable coatings, cable products, standard fire temperature range, flame retardant efficiency.

Использование температурного режима стандартного пожара при оценке огнезащитной эффективности огнезащитных кабельных покрытий (ОКП) позволяет приблизить термическое воздействие на защищаемые кабельные изделия (КИ) к реальному пожару. Полученные эмпирические данные могут применяться для определения корреляционных зависимостей при использовании других методов анализа ОКП.

Для проведения огневых испытаний ОКП при температурном режиме стандартного пожара использовалась испытательная установка, описанная в работах [1, 2]. Данная установка, состоящая из кирпичной камеры, размещенной в металлическом каркасе, имеющая газопламенный источник нагрева в виде инжекционных газовых горелок по [3] и обеспечивающая нагрев по температурно-временной кривой стандартного пожара, позволяет получать температурно-временные кривые нагрева термопар, размещенных в объеме КИ и на его поверхности под слоем ОКП на всем протяжении эксперимента. Результаты серии экспериментов при различном расположении фрагмента КИ в пространстве представлены в таблице 1.

Таблица 1

Время нагрева фрагмента КИ до критических температур с нанесенным ОКП

Расположение в пространстве	Время на момент достижения критической температуры, мин											
	150°С						350°С					
	КИ без ОКП	ОКП №1	ОКП №2	ОКП №3	ОКП №4	ОКП №5	КИ без ОКП	ОКП №1	ОКП №2	ОКП №3	ОКП №4	ОКП №5
Вертикальное	8	14	12	9	13	11	13	20	19	14	18	15
Горизонтальное	8	13	13	10	12	11	11	19	18	12	20	15

где: ОКП №1 – огнезащитный состав на основе интеркалированного графита в органическом растворителе;

ОКП №2 – огнезащитная композиция на водной основе;

ОКП №3 – водно-дисперсионная краска на основе полимерного связующего с целевыми наполнителями;

ОКП №4 – материал на основе водной полимерной дисперсии и целевых наполнителей;

ОКП №5 – огнезащитная краска из термостойких, газопенообразующих наполнителей в водной дисперсии.

Примечание: Принято допущение, что термопара, размещенная в центре КИ, измеряет температуру всей площади сечения кабеля в месте размещения. Полученные данные представляют собой среднее значение показаний двух термопар, расположенных внутри кабельного изделия в центре между жилами на одинаковом расстоянии от каждого из концов фрагмента. Критические температуры определены исходя из анализа источников [4,5].

Полученные экспериментальные данные позволили определить, что огнезащитным составом с наибольшей огнезащитной эффективностью являлось ОКП №1 на основе органического растворителя и интеркалированного графита, достигающее критического значения температуры в 150°С на 13-14 минуте, второго критического значения в 350°С на 19-20 минуте. Термопары размещенные на границе ОКП №1 – оболочка КИ фиксировали значительное снижение температуры до 200-300°С в первые пять минут испытаний, тогда как температура в установке составляла 560-570°С.

Следующими огнезащитными составами с несколько меньшей огнезащитной эффективностью можно считать ОКП №2 и №4. У данных составов наблюдалось одинаковое время достижения первого значения критической температуры, ОКП №2 и ОКП №4 – 12-13 минут, однако время достижения второго критического значения несколько различается: у ОКП №2 – 19-20 минут, ОКП №4 – 18-20 минут. Температура на границе ОКП №2 – оболочка КИ в первые пять минут испытаний составила 310-400°С, на границе ОКП №4 – оболочка КИ – 300-350°С.

Четвертым по огнезащитной эффективности являлся огнезащитный состав ОКП №5. Данное покрытие достигает критической температуры в 150°С за одиннадцать минут,

температуры в 350°C за пятнадцать минут. Покрытие продемонстрировало снижение температуры до 300-350°C в первые пять минут испытаний на границе ОКП №5 – оболочка КИ, что имеет схожие показания с ОКП №2 и №4, однако время достижения критических температур КИ с ОКП №5 снизилось на 3-5 минут по сравнению с приведенными ОКП.

Огнезащитная краска ОКП №3 продемонстрировала минимальные показатели по огнезащитной эффективности, где время достижения первого критического значения температуры в 150°C составило 9-10 минут, что незначительно больше, чем у данного типа КИ без ОКП – восемь минут. Второе критическое значение температуры 350°C достигалось за 12-14 минут, тогда как у КИ без ОКП – 11-13 минут. Были зафиксированы значения температуры 400-480°C на границе ОКП – оболочка КИ в первые пять минут испытаний, причем нагрев при тех же условиях испытаний оболочки кабеля без ОКП составлял 420-510°C.

В ходе экспериментальных исследований были выявленные эффекты повышенного дымообразования и снижения температуры в испытательной установке, предположительно, вследствие термической деструкции ПВХ пластикутов при достижении значений температуры на границе ОКП – оболочка КИ 500-600°C, которые проявлялись у всех типов ОКП, однако наступали при различной температуре в испытательной установке ввиду разной огнезащитной эффективности применяемого ОКП.

Проведенные исследования огнезащитной эффективности ОКП при температурном режиме стандартного пожара позволили установить время достижения критических температур в объеме кабельного изделия и на его поверхности под слоем ОКП. Были выявлены эффекты повышенного дымообразования и снижения температуры в испытательной установке, наблюдающиеся во время проведения испытаний фрагмента КИ с ОКП, и установлено, что химическая природа ОКП оказывает влияние на время возникновения эффектов ввиду различной огнезащитной эффективности применяемого огнезащитного кабельного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мансуров Т.Х., Беззапонная О.В., Головина Е.В. Исследование огнезащитных кабельных покрытий методами термического анализа и огневых испытаний // Техносферная безопасность, 2020. – № 1(26). – С. 62–70.
2. Мансуров Т.Х., Беззапонная О.В., Головина Е.В. Испытательная установка для проведения огневых испытаний фрагментов кабельных изделий при температурном режиме стандартного пожара по ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75) // Школа молодых ученых и специалистов МЧС России: материалы юбилейного X форума. Санкт-Петербург, 15 октября 2020 года. – СПб: ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2020. С. 49-52.
3. Гусовский В.Л., Лифшиц А.Е., Тымчак В.М. Сожигательные устройства нагревательных и термических печей. Справочник. – М.: Металлургия, 1981. – 272 с
4. ГОСТ Р 31996-2012 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия.
5. Правила устройства электроустановок // Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. Новосибирск: Норматика, 2015 – 464 с.

ОГНЕЗАЩИТА ВОЗДУХОВОДОВ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ

Матвийчук В.В.

Ференц Н.А., кандидат технических наук, доцент

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

Аннотация. Проведена экспертиза огнезадерживающих устройств для противопожарной защиты аспирационных систем и воздуховодов систем вентиляции деревообрабатывающих цехов.

Ключевые слова. Деревообработка, воздуховод, противопожарный клапан, огнестойкость.

FIRE PROTECTION OF AIR DUCTS OF VENTILATION SYSTEM FOR WOODWORKING SHOPS

Matviychuk V.V.

Ferents N.O., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Lviv State University of Life Safety

Abstract. An examination of fire-retarding devices for fire protection of aspiration systems and air ducts of ventilation systems of woodworking shops was carried out.

Keywords: Woodworking, air duct, fire damper, fire resistance.

Введение в Украине моратория на экспорт необработанного леса стало толчком к развитию деревообрабатывающей промышленности, к увеличению объема привлеченных инвестиций в сферу деревообработки. В настоящее время ассортимент изделий из дерева очень разнообразен – деревянные окна, входные и межкомнатные двери, беседки, сауны, дома из бруса, садовая мебель, ДСП, ДВП, фанера, шпон строганный, блок-хаус, фальш-брус, доска для пола, евровагонка, ступени, перила для лестниц, мебельные фасады, мебельные щиты, декоративные элементы.

Проблема обеспечения пожарной безопасности предприятий деревообрабатывающей промышленности имеет общегосударственное значение и ее актуальность возрастает. В деревообрабатывающих цехах из-за наличия горючего сырья и различных опасных технологических процессов процесс горения происходит с большой интенсивностью. Высокая степень изношенности основных фондов деревообрабатывающих предприятий также предопределяет постоянную угрозу возникновения пожаров и аварий. Поэтому деревообрабатывающие предприятия требуют эффективных противопожарных мероприятий.

Цель работы – экспертиза огнезадерживающих устройств на воздуховодах системы вентиляции для противопожарной защиты деревообрабатывающих цехов.

На деревообрабатывающих предприятиях образуется значительное количество древесной пыли. Под действием движущихся механизмов станков и воздушных потоков пыль переходит в взвешенное состояние, а затем оседает слоем на конструкциях здания, технологическом оборудовании, электропроводке и электрооборудовании. Осажденная пыль древесины способствует распространению пламени.

В деревообрабатывающих цехах пламя распространяется не только по древесных отходах, осажженной пыли, но и по аспирационным системам. Цеха имеют разветвленную

сеть трубопроводов аспирации, которая соединяет почти все станки, циклоны и помещения системой воздуховодов. Отсутствие защиты от распространения пламени по аспирационной системе может привести к тяжелым последствиям при возникновении даже небольшого возгорания локального характера.

Для защиты коммуникаций аспирационных систем и воздуховодов систем вентиляции от распространения пожара применяют противопожарные нормально открытые клапаны. Их устанавливают в местах пересечения воздуховодами противопожарных преград. Главным условием является обеспечение класса огнестойкости участка воздуховода от препятствия к заслонке клапана не менее нормированного класса огнестойкости пересекающей противопожарной преграды.

Нормально открытые противопожарные клапаны должны иметь класс огнестойкости не менее:

- EI 120 – для противопожарных преград REI 180 (EI 180), REI 150 (EI 150)
- EI 90 – для противопожарных преград REI 120 (EI 120);
- EI 60 – для противопожарных преград REI 90 (EI 90)
- EI 45 – для противопожарных преград REI 60 (EI 60)
- EI 30 – для противопожарных преград REI 45 (EI 45)
- EI 15 – для противопожарных преград REI 15 (EI 15).

В качестве примера для защиты коммуникаций аспирационных систем и воздуховодов систем вентиляции деревообрабатывающих цехов от распространения пожара предлагается применение огнезадерживающих клапанов типа FPD-120-1150x250-O-M-24-T-2F, которые устанавливаются в местах пересечения воздуховодом противопожарных перегородок (рис.1).

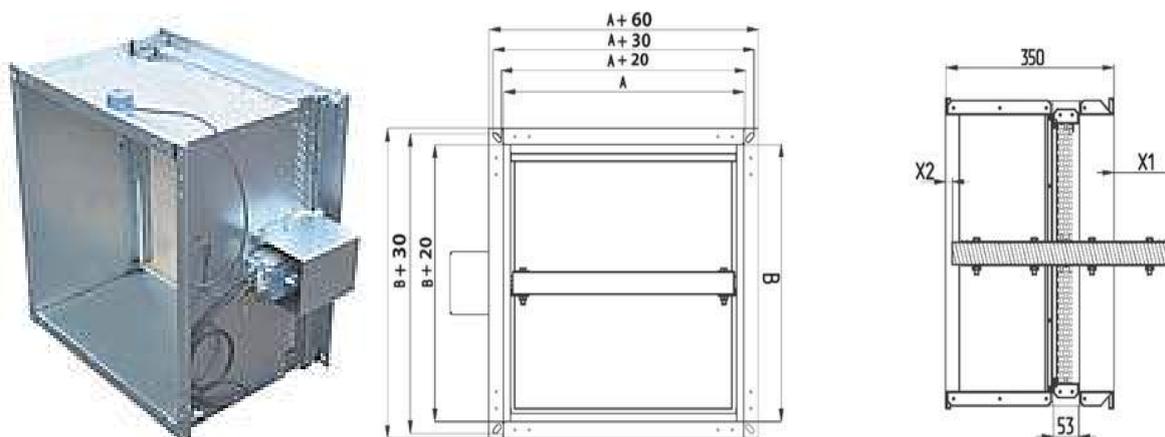


Рис.1. Схема огнезадерживающих клапанов типа FPD-120-1150x250-O-M-24-T-2F

Они выполнены с пределом огнестойкости EI 120 (120 мин). Для обеспечения огнестойкости заслонка клапана изготовлена из листового (теплоизоляционного материала) и покрыта по поверхности огнезащитным материалом, способным вспучиваться. Огнезадерживающий клапан оборудован механизмом закрывания, который срабатывает автоматически при температуре воздуха в воздуховоде равной 72°С.

Таким образом, правильный выбор противопожарных нормально открытых клапанов – условие надежной защиты аспирационных систем и воздуховодов систем вентиляции деревообрабатывающих цехов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-67: 2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ РАСХОДОВ ВОДЫ ИЗ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ КРАН-КОМПЛЕКТОВ ОТЕЛЕЙ

Мельник Д.И., Горносталь С.А.

Петухова Е.А. кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. По результатам экспериментального исследования получены модели расходов воды из дополнительных пожарных кран-комплектов для определения характеристик их составляющих.

Ключевые слова. Пожарный кран-комплект, расход, рукав, распылитель.

CONSTRUCTION OF MODELS OF WATER CONSUMPTION FROM ADDITIONAL FIRE FAUCETS-SETS OF HOTELS

Melnik D.I., Gornostal S.A.

Petukhova E.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

National University of Civil Defence of Ukraine

Abstract. Based on the results of the experimental study, models of water flow rates from additional fire faucet-sets were obtained to determine the characteristics of their components.

Keywords: Fire faucet-sets, flow rate, sleeve, spray.

Пожары в отелях сопровождаются значительным ущербом и человеческими жертвами. Поэтому повышение работоспособности систем противопожарной защиты отелей является актуальной задачей. Пожарный кран-комплект (ПКК) является элементом системы противопожарной защиты, обеспечивает высокую точность подачи воды непосредственно в очаг пожара дежурным персоналом отеля или его гостями.

Согласно требований нормативных документов в шкафчиках основных пожарных кранов диаметром 50 мм или 65 мм, также следует предусматривать установку дополнительного ПКК диаметром 25 или 33 мм, который обеспечивает эффективное тушение пожара в начальной стадии его развития. В [1] сказано, что дополнительные ПКК отелей комплектуются полужестким рукавом длиной до 30 м диаметром 25 мм или 33 мм, распылителем с диаметром выпускного отверстия от 4 до 12 мм. При этом требований к выбору характеристик для конкретных условий эксплуатации ПКК нет.

Эффективность использования дополнительных ПКК для тушения пожара зависит от фактического количества воды, которые из него возможно получить. Этот показатель, в свою очередь, зависит от нескольких факторов. Самыми значимыми из них являются давление в водопроводной сети, диаметр рукава, удаленность точки присоединения ПКК к водопроводной сети от очага пожара, диаметр выпускного отверстия распылителя.

Было проведено экспериментальное исследование расходов воды из дополнительных ПКК, укомплектованных рукавом длиной 30 м, диаметром 25 и 33 мм. Выбор характеристик оборудования обусловлен их использованием именно в отелях.

В таблице 1 приведены данные о факторах и уровнях их варьирования. Пределы изменений значений факторов принимались исходя из требований нормативных документов, предложений производителей соответствующего оборудования, условий реального использования ПКК в отелях и условий лаборатории.

Таблица 1 – Уровни варьирования факторов

Интервалы варьирования и уровни факторов	Напор в сети, м	Степень разворачивания рукава, %	Диаметр выпускного отверстия распылителя, мм
Нулевой уровень $x_i = 0$	50	60	9
Интервал варьирования	25	28	3
Нижний уровень $x_i = -1$	25	32	6
Верхний уровень $x_i = +1$	75	88	12
Звездные точки: $x_i = -1,21541$ $x_i = +1,21541$	19,612 80,39	25,97 94,03	5,35 12,65
Кодовое обозначение	x_1	x_2	x_3

Организация проведения экспериментального исследования, обработка результатов, оценка адекватности полученных результатов, моделей выполнялась в соответствии со стандартными зависимостями теории планирования экспериментов [2]. Получены модели расхода воды из дополнительных ПКК:

– для рукавов диаметром 25 мм:

$$y_1 = 0,38278 + 0,07696x_1 + 0,01468x_2 + 0,00437x_1^2 + 0,00437x_2^2 - 0,01255x_2^2 + 0,02500x_1x_2 + 0,01250x_1x_2 + 0,01250x_2x_2$$

– для рукавов диаметром 33 мм:

$$y_2 = 0,66929 + 0,1657x_1 + 0,45735x_2 + 0,07247x_3 + 0,47621x_1^2 + 0,39160x_2^2 + 0,37467x_3^2 + 0,01250x_1x_2$$

Анализ полученных моделей расхода воды из ПКК показал, что наибольшее влияние на величину расходов имеет напор в водопроводной сети (рис. 1). При анализе расходов воды из ПКК диаметром 25 мм, было установлено:

– при напоре в сети 20 м, степени разворачивания рукава 26% и диаметре насадка выпускного отверстия распылителя 5 мм, расходы будут иметь отрицательные значения, что свидетельствует о невозможности и нецелесообразности использования ПКК для таких исходных данных;

– при напоре в сети 50 м, степени разворачивания рукава 60% и диаметре выпускного отверстия распылителя 9 мм расходы воды составят 0,3 л/с, что может быть недостаточным для успешного тушения пожара, это обусловлено тем, что согласно требований нормативных документов и результатов исследований необходимого количества воды для успешного тушения пожаров в разных зданиях и помещениях [3] расход дополнительных ПКК должен быть в пределах 0,5 л/с;

– при напоре в сети 80 м, степени разворачивания рукава 94% и диаметре выпускного отверстия распылителя 12 мм расход воды составит 1,72 л/с, что будет достаточным для успешного тушения пожара в помещениях отелей;

– при напоре в сети 80 м, степени разворачивания рукава 60% и диаметре выпускного отверстия распылителя 9 мм расходы будут составлять 0,93 л/с, а при таком же напоре и выпускном отверстии распылителя, но при степени разворачивания рукава 94% расходы будут составлять 1,98 л/с, что показывает влияние расположения очага пожара на эффективность использования ПКК на его тушение.

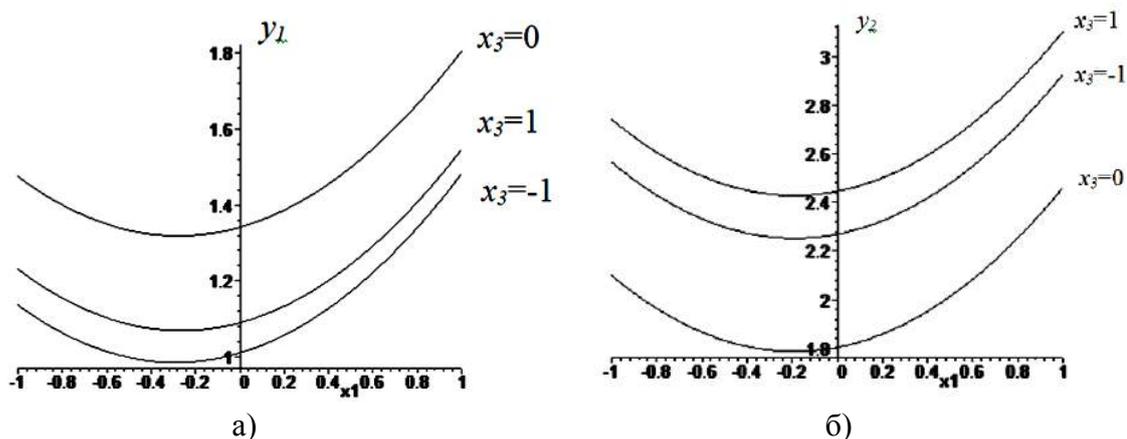


Рис. 1 – Зависимость расходов воды из ПКК от напора в сети x_1 при степени разворачивания рукава x_2 на верхнем уровне от диаметра выпускного отверстия распылителя x_3 на нижнем, нулевом и верхнем уровнях для ПКК диаметром: а) 25 мм – y_1 ; б) 33 мм – y_2

Анализ расходов воды из ПКК диаметром 33 мм показал:

– при напоре в сети 20 м, степени разворачивания рукава 26% и диаметре выпускного отверстия распылителя 5 мм расход воды из ПКК составит 1,67 л/с (соответствует нормативным требованиям и обеспечивает успешное пожаротушение);

– при напоре в сети 50 м, степени разворачивания рукава 60% и диаметре выпускного отверстия распылителя 9 мм расход составляет 0,5 л/с (равен нормативному);

– при напоре в сети 80 м, степени разворачивания рукава 94% и диаметре выпускного отверстия распылителя 12 мм расход составит 3,36 л/с, что сравнимо с производительностью основных пожарных кранов, т.е. может обеспечить успешное пожаротушение и при достаточно длительном развитии пожара в отеле;

– при напоре в сети 20 м, степени разворачивания рукава 60% и диаметре выпускного отверстия распылителя 9 мм, расходы будут составлять 1,17 л/с, а при степени разворачивания рукава 94% – 2,28 л/с.

Таким образом, на расходы воды из ПКК, укомплектованного полужестким рукавом диаметром 25 мм или 33 мм, длиной 30 м, наибольшее влияние имеет напор в сети и степень разворачивания рукава. При этом в некоторых случаях ПКК не сможет обеспечить условия успешного тушения пожара в отеле. Предложенные модели расходов воды из ПКК диаметром 25 и 33 мм связывают характеристики водопроводной сети, расположение ПКК в плане помещения и характеристики ПКК. Путем проведения расчетов по предложенным моделям можно определить характеристики составляющих ПКК для конкретных условий его эксплуатации в отеле или наоборот, зная характеристики ПКК определить характеристики водопроводной сети или точки установки ПКК в помещении так, чтобы условия успешного тушения пожара в отеле были выполнены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. ДБН В.2.5–64:2012. [Чинний від 01–03–13]. К.: Держбуд України, 2013. 135 с. (Державні будівельні норми України).
2. Винарский М.С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях / М.С. Винарский, М.В. Лурье. – К.: Техніка, 1975. – 168 с.
3. Пат. 135236 України, МПК А62С 32/20 (2006.01). Спосіб визначення характеристик пожежних кран-комплектів для виробничої будівлі / Петухова О.А., Горносталя С.А.; заявник і власник патенту Національний університет цивільного захисту України. – № u201900127; заявл. 03.01.2019; опубл. 25.06.2019, Бюл. №12/2019.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ АФЛАММИТА

Миллер М.В., Максаков Д.С.

Сырбу С.А., доктор химических наук, профессор
Салихова А.Х., кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Под огнезащитной отделкой текстильных материалов понимают обработку ткани растворами различных антипиренов, которые препятствуют распространению пламени при зажигании ткани. Основная цель работы заключается в создании огнезащитных композиций для хлопчатобумажных тканей декоративного назначения на основе коммерческого препарата Афламмита.

Ключевые слова: огнезащитный состав, испытание образцов ткани, воспламеняемость, тепловой поток

A STUDY OF FLAME RETARDANTS ON THE BASIS OF FLAMMITA

Miller M. V., Maksakov D. S.

Syrbu S. A., Grand PhD in Chemical Sciences, Professor
Salikhova A. Kh., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. Under the fire-resistant finishing of textile materials, we understand the treatment of fabric with solutions of various flame retardants that prevent the spread of flames when the fabric is ignited. The main aim is to create a flame retardant composition for cotton fabrics decorative purpose on the basis of the commercial preparation of Aflammit.

Keywords: flame retardant, testing of fabric samples, flammability, heat flow

Самым распространенным методом снижения горючести текстильных материалов с использованием различных огнезащитных составов является метод поверхностной обработки на стадии отделочного производства. Для придания огнезащиты методом поверхностной обработки применяется очень широкий класс добавок: фосфор- и фосфоргалогенсодержащие олигомеры, полифосфаты и другие органические соединения. Для закрепления огнезащитных составов на ткани обработка проводится в присутствии метилольных соединений или меламиноформальдегидных смол путем сушки пропитанной ткани при температуре 60-100°C или термообработки в течение 2-3 мин при температуре 160-170°C.

Широкое распространение в производстве получил состав марки Афламмит, являющийся аналогом американского Пробана. Следует отметить, что Пробаном называют не только технологию, но и химическое соединение – хлорид тетракис(оксиметил)фосфония. Изучив схему нанесения Афламмита на ткань, достоинства и недостатки данной технологии, была поставлена задача поиска сшивающих агентов, альтернативных аммиаку, что является актуальным. В работе нами исследована возможность использования уротропина, карбамола и гликазина в качестве сшивающих агентов для препарата Афламмит для тканей: молескин С27-ЮД с поверхностной плотностью 250 г/м², саржи металлизированной С4А цвет К-25-5 с поверхностной плотностью 260 г/м². Данные материалы используются для пошива спецодежды и, исходя из области применения данной одежды, к материалам предъявляются требования по огнезащите: они должны быть трудновоспламеняемыми.

Предварительно был проведен эксперимент по полимеризации Афламмита с уротропином. Для этого смесь Афламмита и водного раствора уротропина была нанесена на стекло и помещена в сушильный шкаф при температуре 100 °С. Процесс полимеризации прошел в присутствии паров уксусной кислоты. Полученная полимерная масса была нерастворима в воде. После проведенного эксперимента был проведен расчет по уравнению реакции

взаимодействия Афламмит+уротропин и был приготовлен огнезащитный состав, состоящий из 600 граммов препарата Афламмит SAP на 1 литр воды и 47 граммов $C_6H_{12}N_4$ (уротропина).

Процесс поликонденсации препарата Афламмит SAP с уротропином проводили в одном случае в присутствии ортофосфорной кислоты (массой 5 граммов), а в другом - в присутствии уксусной кислоты (массой 1 грамм). Следует отметить, что при попытке термофиксации в присутствии ортофосфорной кислоты выделялись фосфорорганические соединения с резким удушливым запахом. Однако антипирирующий эффект состава присутствовал. Поэтому в качестве катализатора процесса мы остановились на уксусной кислоте.

Испытания огнезащитных свойств образцов проводились в соответствии с ГОСТ 11209-85 [1]. Было установлено, что все исследуемые составы обладали огнезащитными свойствами.

Отметим, что высота обугливания образцов несколько отличалась и составила при обработке в присутствии состава Афламмит + уротропин + уксусная кислота для молескина - 4.5 см, для саржи - 2.5 см.

При обработке составом Афламмит + уротропин + пары уксусной кислоты высота обугливания составила для молескина - 3 см, для саржи - 4 см.

После проведения мокрой обработки по стандартным методикам образцы повторно проверяли на наличие антипирирующего эффекта. Образцы показали антипирирующий эффект в течение 13 секунд, что не удовлетворяет условиям [1].

Исследования продолжились и в качестве сшивающих агентов были предложены карбамол-2 (мочевина), имеющий формулу $HOCH_2-NH-CO-NH-CH_2NO$, и гликазин.

Огнезащитные композиции, в которых в качестве сшивающих агентов использовались карбамол-2 и гликазин, имели состав, аналогичный приведенному в случае уротропина: 600 граммов препарата Афламмит на 1 литр воды, 47 граммов карбамола-2 или гликазина и 1 грамм уксусной кислоты.

При испытании составов с гликазином и карбамолом-2 выделение формальдегида при термофиксации шло в больших количествах, чем в случае состава с уротропином.

Антипирирующие составы Афламмит + карбамол-2 и Афламмит + гликазин наносились на образцы ткани методом плюсования. Обработанную ткань термофиксировали. Термофиксацию образцов проводили в 2 приема: при температуре $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 5 минут и при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. После первой фиксации образцы промывали от избытка огнезащитного состава под теплой проточной водой и сушили при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ до высыхания образца.

Обработанные образцы хлопчатобумажных тканей для специальной одежды испытывали на воспламеняемость в соответствии с требованиями [1].

Результаты проведенных исследований оказались следующими. Составы: Афламмит + карбамол-2 и Афламмит + гликазин обладали огнезащитным действием. Ткань после удаления из пламени не горела и не тлела. Для состава Афламмит + карбамол-2 средняя высота обугливания составила для образцов саржи 10 см, а для образцов молескина - 8,5 см. Средняя высота обугливания для образцов, обработанных составом Афламмит + гликазин, для образцов молескина составила 8 см, для образцов саржи - 9 см. Следует отметить, что побочным эффектом при термофиксации образцов являлось незначительное выделение формальдегида.

Образцы, обработанные составами с карбамолом-2 и гликазином, проверяли на устойчивость к мокрой обработке по стандартной методике, после проведения 5 стирок в соответствии с требованиями образцы ткани сохранили огнезащитные свойства.

При проведении исследований нами был оценен коэффициент задержки теплового потока. Указанный параметр необходимо знать при подборе огнезащитного материала при пошиве специальной одежды для лиц, работающих с открытым огнем, искрами. Эксперимент проводился на «Измерителе плотности теплового потока ИПП-2». Диапазон измерений плотности теплового потока составлял $0 - 2000\text{ Вт/м}^2$.

Эффективность защиты от теплового излучения с помощью экранов была оценена по формуле:

$$\eta = (Q - Q_{\text{тк}}) / Q \times 100\% = \frac{Q - Q_{\text{обр}}}{Q} \times 100\%$$

где Q - интенсивность теплового излучения без использования ткани, Вт/м^2 ;

$Q_{\text{тк}}$ - интенсивность теплового излучения с использованием ткани, Вт/м^2 .

Относительная погрешность измерения плотности теплового потока составляла $\pm 5\%$. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 Интенсивность задержки теплового потока

Ткань	Состав	Q	Q _{тк.}	n (%)
Молескин С27-ЮД	-	375	70	80.8
	Афламмит+уротропин	590	85	85,5
	Афламмит+карбамол-2	706	100	85.8
	Афламмит+гликазин	735	108	85.3
Саржа металлизированная С4А цвет К25-5	-	375	64	82.9
	Афламмит+уротропин	595	81	86,0
	Афламмит+карбамол-2	707	108	84.7
	Афламмит+гликазин	732	106	85.5

Анализ результатов показывает: увеличение значений коэффициента теплового потока при обработке образцов молескина С27-ЮД и саржи металлизированной С4А огнезащитными композициями на основе препарата Афламмит с уротропином, карбамолом-2 и гликазином в качестве сшивающих агентов не превосходит 5%, что не превышает относительной погрешности эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 11209-2014 Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний.

УДК 564.48.01

НОВЫЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Мукимов Х.Н., Мухамедов Н.А.

Касимова Г.А., кандидат технических наук, доцент

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. В статье рассмотрены возможности синтеза новых огнезащитных составов полимерной природы на основе реакции поликонденсации эпихлоргидрина с ортофосфорной кислотой, полученной на основе отхода ПО «Махам-Аммофос». Выявлены кинетические закономерности процесса поликонденсации.

Ключевые слова: антипирен, полимер, огнезащита, кинетика, поликонденсация, закономерность, эпихлоргидрин, ортофосфорная кислота.

NEW HIGH MOLECULAR FIRE-RETARDANTS FOR BUILDING CONSTRUCTIONS FROM TECHNOGEN WASTES

Mukimov H.N., Mukhamedov N.A.

Kasimova G.A. PhD, Associate Professor

Tashkent Institute Architecture and Civil Engineering

Abstract. The article discusses the possibilities of synthesizing new flame-retardants of polymeric nature based on the polycondensation reaction of epichlorohydrin with orthophosphoric acid, obtained based on the waste produced by Maxam-Ammophos. The kinetic laws of the polycondensation process are revealed.

Keywords: fire retardant, polymer, fire protection, kinetics, polycondensation, regularity, epichlorohydrin, phosphoric acid.

Издавна проблемой для человека является пожар. Он уносит человеческие жизни, наносит материальный ущерб. Пожар сопровождается возникновением дыма и токсичных газов, которые являются основной причиной гибели людей на пожаре. Выброс в атмосферу вредных веществ, которые могут образоваться в результате возгорания, может привести к заражению местности и эвакуации людей [1-2].

Анализ этих причин показывает, что большая часть пожаров возникает от низкокалорийных источников огня. Использование материалов с пониженной горючестью может предотвратить возникновение пожара, так как длительное воздействие низкокалорийных источников огня на такие материалы не приведет к их возгоранию.

Как свидетельствуют статистические данные, количество пожаров, материальный ущерб и число жертв постоянно растут. Причиной подавляющего большинства пожаров является возгорание древесных и целлюлозных материалов, происходящее под действием малокалорийных источников зажигания. В связи с этим возникает необходимость получения огнезащитных древесно-стружечных плитных материалов, не способных к самостоятельному горению, использование которых исключит возможность распространения пламени и тем самым уменьшит вероятность развития пожара. Снижение горючести древесно-стружечных плитных материалов позволит расширить область их применения в строительстве [3].

Традиционные методы огнезащиты древесно-стружечных материалов – пропитка и намазка – не являются технологичными и разрушают структуру плит. Наиболее эффективным способом снижения горючести древесно-стружечных плитных материалов является их огнезащита в процессе изготовления. Этот способ предполагает введение водного раствора антипирена в древесные частицы или волокно с последующей сушкой до требуемой влажности. Поскольку антипирен присутствует в древесных частицах или волокне на стадии горячего прессования, то он оказывает влияние на процесс образования структуры плиты и физико-механические свойства готового материала. Это делает необходимым применение специальных огнезащитных средств, которые помимо эффективного снижения горючести активно участвуют в межволоконном взаимодействии и формировании структуры древесно-плитного материала. В качестве таких огнезащитных средств наиболее целесообразно использовать препараты определенного химического состава и строения – фосфоразотсодержащие аддукты, поскольку они обладают переменной кислотностью и могут специально синтезироваться в зависимости от условий изготовления конкретного древесно-стружечного плитного материала [4]. В настоящее время стало известно много соединений, замедляющих горение и практически не меняющих конструктивные свойства материалов. Однако они представляют собой низкомолекулярные соединения, которым свойственны такие недостатки, как склонность к миграции и выпотеванию из защищаемого материала, экстракция водой, низкая совместимость с полимером и другие, устранение которых возможно только применением огнезащитных составов полимерной природы [5].

Наиболее перспективными высокомолекулярными соединениями такого типа являются полимеры, содержащие в своем составе фосфор- и азотсодержащие функциональные группы [6].

В этом плане, нами проведены исследования по синтезу и разработке технологии получения фосфорсодержащих полимеров на основе эпихлоргидрина (ЭХГ) с фосфорсодержащими соединениями, полученными на основе отходов ОАО «Максам-Аммофос», аналогично фосфоритам Центральных Кызылкумов т.к. из литературы известно, что эпихлоргидрин легко вступает в реакцию электрофильного замещения с такими электроположительными центрами, как азот- и фосфор. Последнее и предопределило возможность исследовать поведение эпихлоргидрина в реакциях электрофильного замещения с вышеуказанными соединениями, с целью получения высокомолекулярных соединений и полиолов, и возможности применения их в качестве огнезащитных составов.

При выполнении экспериментальных исследований применены современные методы физико-химического анализа, такие как ИК-, ПМР- и УФ-спектроскопия, элементный анализ,

Дифференциально-термический и рентгеноструктурный анализы, а также пикнометрия и вискозиметрия. Обнаружено, что при смешении эпихлоргидрина с фосфористой кислотой, как в массе, так и в среде органических растворителей в широком интервале температуры, образуются высокомолекулярные вещества, которые не содержат свободных молекул мономеров, т.е. протекает необратимая поликонденсация: Закономерности поликонденсации эпихлоргидрина с фосфористой кислотой изучали при эквимолярных соотношениях исходных компонентов в интервале температур 333-373К в течение 300 минут. Протекание процесса поликонденсации контролировали потенциометрическим титрованием кислотных групп. Поскольку изменение приведенной вязкости и выделение хлористого водорода являются прямым результатом описываемых процессов, то количественная оценка двух этих факторов и послужила методом определения скорости поликонденсации ЭХГ и ФК.

Как видно из полученных данных зависимость количества выделяемого в результате поликонденсации ЭХГ и ФК хлористого водорода от продолжительности реакции имеет S-образный вид. В период от 60 до 150 мин происходит интенсивное выделение HCl, характеризующее высокую скорость реакции поликонденсации. Приблизительно через 180-275 мин (в зависимости от температуры) выделение HCl прекращается, достигая 75-85% от теоретического. Подобная закономерность подтверждается при описании процесса поликонденсации ЭХГ:ФК по изменению приведенной вязкости системы и по результатам значений кислотного числа продуктов поликонденсации.

Данными исследований показано, что скорость реакции поликонденсации зависит от температуры. В изученном интервале температур (343-363К) – наибольшая скорость реакции наблюдается при 363К. Зависимость степени превращения от продолжительности реакции поликонденсации ЭХГ и ФК представлена на рис.3. Из приведенных результатов видно, что с течением времени степень поликонденсации пропорционально возрастает.

Это позволило сделать заключение, что во всех изученных случаях кинетические данные лучше описываются уравнением второго порядка. На основании температурной зависимости процесса поликонденсации определена его энергия активации, она составляет 29,6 кДж/моль.

Результаты ИК -, ПМР - и УФ-спектроскопических исследований и элементного анализа, потенциометрического титрования свидетельствуют о том, что полученные продукты являются линейным полимером. Для выяснения характера взаимодействия фосфористой кислоты с вышеуказанным мономером были исследованы УФ-, ИК-спектры исходных и конечных продуктов, а также ПМР-спектры исходных соединений.

ИК-спектроскопическим исследованием установлено наличие поглощения при частотах 760-730, 1100, 1400, 1500, 1965 см^{-1} характерное для С-О-Р связей, а также валентное колебание гидроксильных групп при частотах 2500, 3020 см^{-1} . Выявлено также, что в ИК-спектре полимера, полученного на основе взаимодействия фосфористой кислоты с ЭХГ, полоса, отвечающая валентным колебаниям С-Сl связи, смещена в низкочастотную область до 1350 см^{-1} , по сравнению с таковой в спектре отхода. Валентное колебание С-Сl – связи (850-800 см^{-1}), относящейся к группе ЭХГ, исчезает за счет образования новой химической ОН - связи в области 2500 и 3020 см^{-1} . При этом, также образуются новые интенсивные полосы поглощения в области 1050-1100 см^{-1} , относящиеся к асимметричным колебаниям эфирной связи (-С-О-Р-) за счет раскрытия эпокси группы (1250, 930 см^{-1}) ЭХГ в процессе взаимодействия с фосфористой кислотой. Для качественной оценки и характеристики был использован также метод ПМР-спектроскопии высокого разрешения в растворе дейтерированного метанола и УФ-спектроскопия. Исследование влияния температуры на скорость взаимодействия фосфористой кислоты с ЭХГ показало, что повышение ее на 10 $^{\circ}$ С увеличивает скорость процесса в 3 раза и ее зависимость от обратного значения температуры полностью подчиняется уравнению Аррениуса.

Установлено, что исследуемая реакция протекает в соответствии с кинетическим уравнением второго порядка, таким образом, скорость реакции пропорциональна концентрациям эпихлоргидрина и фосфористой кислоты в первой степени.

По методу наименьших квадратов рассчитаны параметры уравнений, на основе которых определены энергия активации и термодинамические параметры реакции поликонденсации.

Таким образом, на основе проведенных экспериментальных исследований нами впервые установлена возможность протекания реакции поликонденсации ЭХГ с фосфористой кислотой, полученной на основе фосфор-азотсодержащих отходов ОАО «Махам-Аммофос», рассчитаны значения энергии активации, некоторые термодинамические параметры самопроизвольного процесса поликонденсации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Katz H.S. Handbook of fire retardants for Polymers. - New York: USA, 1999. –p. 164.
2. Груздева Е. Повышение пожаробезопасности современных зданий. //Журн. "Экология и промышленность России". –2004. - №10.- с.34-36.
3. Camino G. Recent Developments in fire retardant polymers// World Polymer congress. "IUPAC MACRO-2000". –Poland, 2000.-p.1198.
4. Петрина Н.А. Взаимодействие аминофосфинов и третичных фосфинов (фосфитов) с электрофильными реагентами и антиокислительная активность полученных солей. Автореф. ... дисс. канд. хим. наук.- М.: МГУ, 1998. - с.22.
5. Мухамедгалиев Б.А. Повышение атмосферостойкости и механической прочности промышленных полимеров //Журнал Пластмассы. –2004.-№3. -с.42-43.
6. Технологический регламент Ташкентского мебельного завода. по производству древесностружечных плит. -Ташкент, 1997. –с.12.
7. Мухамедгалиев Б.А. Применение фосфорсодержащего полимера в лакокрасочной промышленности // Журн. Лакокрасочные материалы и их применение. - 2017. - №6. - с.6.

УДК 630*43

ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ В ГЛХУ «ЛЮБАНСКИЙ ЛЕСХОЗ»

Муравейко Е.С.

Климчик Г.Я., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

УО «Белорусский государственный технологический университет»

Аннотация. Развитие лесного пожара во много зависит от экологических, таксационных характеристик древостоя, фазы вегетации, метеорологических условий. В зависимости от интенсивности пожара и нанесенного ущерба установлена доля отпада в поврежденных пожарами.

Ключевые слова: лесной пожар, лесные горючие материалы, легковоспламеняющиеся типы леса, сосновые насаждения.

DYNAMICS OF FOREST FIRES AND THEIR CONSEQUENCES IN SFI «LYUBANSKIY FORESTRY»

Muraveyko E.S.

Klimchik G. Ya., PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

Abstract. The development of a forest fire largely depends on the ecological and taxation characteristics of the stand, the growing season, and meteorological conditions. Depending on the intensity of the fire and the damage caused, the proportion of mortality in those damaged by fires was established.

Keywords: forest fire, combustible materials, easily flammable forest types, pine plantations

Для Беларуси лес – это одно из самых значимых природных богатств республики. Издавна жизнь большинства белорусов была связана с лесом, который давал им укрытие и тепло. Беларусь – лесная страна, почти 40 % ее территории заняты лесами.

Лесное хозяйство Беларуси на современном этапе ведется на основе принципов равномерного и неистощительного использования ресурсов с учетом необходимости удовлетворения социальных, экономических и духовных потребностей нынешних и будущих поколений.

Общая площадь земель лесного фонда в Республике Беларусь достигла 9,5 миллиона гектаров, лесной фонд Беларуси занимает 45,4% от всей территории республики, 39% площади республики покрыты лесом.

Пожары являются глобальным бедствием для человечества. Они не только уничтожают огромные лесные территории, но и влияют на процессы углеродного обмена и изменения климата. Охрана лесов от пожаров вышла за рамки интересов лесного хозяйства и переросла в важнейшую природоохранную проблему мирового масштаба. В настоящее время созданы международные организации для ее решения. Проводятся конференции и симпозиумы, на которых ученые обмениваются мнениями, принимают международные документы, направленные на решение проблемы лесных пожаров, являющихся бедствием для всех лесных держав.

Экологическая роль огня обуславливает необходимость решения проблемы борьбы с лесными пожарами путем совершенствования системы управления ими, способной эффективно уберечь леса от разрушительного действия стихийных пожаров и, как важный инструмент регулирования структуры и динамики лесов. Эта система должна базироваться на сочетании эффективной профилактики пожаров с высокой оперативностью их обнаружения и тушения.

По породному составу насаждения лесов ГЛХУ «Любанский лесхоз» представлены смешанными древостоями – 71,9% и чистыми – 28,1%. Чистые насаждения наиболее представлены сосняками – 40,5% общей площади сосновых насаждений.

В распределении лесов по возрастным группам следует отметить значительную долю спелых и перестойных насаждений (11,6%) и относительно малую долю молодняков (19,6%). При этом площадь приспевающих составляет 32,4%, что свидетельствует о неравномерной возрастной структуре лесов.

Наиболее распространенной группой типов леса в лесхозе является мшистая (28,8%), также широко представлены черничная (22,7%), орляковая (9,8%), кисличная (9,3%) и крапивная (5,2%), но есть и такие (лишайниковая, бусничная, сфагновая, приручейно-пойменная и др.), которые занимают маленькую площадь (0,1–0,8%).

В целом по лесхозу преобладают легкозагораемые серии типов леса 66% покрытой лесом площади, среди которых сосняки занимают 36 875,4 га или 53%.

На процесс созревания лесных горючих материалов влияет ряд метеорологических факторов. Это обусловлено тем, что горючие материалы, обладая гигроскопичностью, непрерывно изменяют свою пирологическую характеристику под воздействием окружающей среды.

Общая масса потенциально наиболее опасных в пожарном отношении горючих материалов зависит от возраста, полноты, типа леса и продуктивности и колеблется в широких пределах. В пожароопасный сезон в легкозагораемых типах леса лесные горючие материалы (ЛГМ) имеют высокую пожарную готовность и при наличии источников огня легко воспламеняются, о чем говорит динамика лесных пожаров в Любанском лесхозе (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика лесных пожаров за последние 6 лет в Любанском лесхозе

Годы	Количество пожаров	S, га	S _{ср} , га
Любанский лесхоз			
2015	22	4,36	0,20
2016	2	0,45	0,23
2017	4	0,07	0,02

Годы	Количество пожаров	S, га	S _{ср} , га
2018	28	29,4	1,05
2019	5	4,9	0,98
2020	7	12,6	1,8
Итого	68	51,78	0,76

Анализируя данные динамики пожаров в Любанском лесхозе необходимо отметить, что наибольшее их количество наблюдалось в 2015 и 2018 годах. По времени возникновения на протяжении суток наибольшее их число отмечено в период с 14 до 18 часов, что составляет 55%. Этот период суток характеризуется повышенной готовностью лесных горючим материалов к воспламенению.

В практической деятельности необходимо учитывать то, что каждый компонент обладает индивидуальной, свойственной только ему, устойчивостью против воздействия огня. На характер огневого влияния и послепожарные изменения в хвойных насаждениях большое влияние оказывает лесоводственно-таксационная характеристика древостоев, фаза вегетации, метеорологические условия и другие факторы.

Непосредственное влияние пожара на древостой чаще всего проявляется в нанесении огневых повреждений, от величины которых зависит их устойчивость и последующее развитие (таблица 2).

По сравнению с другими лесами сосновые насаждения отличаются повышенной горимостью, но во время пожаров они редко погибают полностью. Этому способствует защитные “приспособления”: толстая кора, высоко поднятая крона и стержневая корневая система.

Таблица 2 – Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений пройденных пожарами различной интенсивностью

Пробная площадь	Вариант	Год и интенсивность пожара	Состав	Возраст	Средние		Полнота	Запас м ³ /га	Отпад м ³ /га
					Н, м	Д, см			
1	Контроль	–	9С1Б	53	20,0	22,0	0,76	295	13
	Поврежденное пожаром	2018 слабая	9С1Б	53	19,1	18,2	0,70	282	
2	Контроль	–	8Б2С	63	21,0	23,0	0,78	247	38
	Поврежденное пожаром	2018 средняя	8С2Б	63	19,5	21,1	0,74	209	
3	Контроль	–	9С1Е	88	21,0	22,0	0,66	270	69
	Поврежденное пожаром	2017 сильная	10С	88	18,5	17,2	0,62	201	

Исследования показывают, что на второй год отпад составляет довольно высокий процент. При малом диаметре таких пород, как береза и ель они отпадают сразу после пожара. При низовом пожаре слабой интенсивности отпад составил 4,4%, при средней – 15,4%, сильной – 25,6%. Воздействие пожара отражается на работе камбия не только в год пожара, но и в последующие годы. В последующие годы интенсивность отпада увеличивается в 4–5 раз, снижается прирост деревьев, как в высоту, так и по диаметру.

ОГНЕСТОЙКИЕ И АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ РЕЗЕРВУАРОВ НЕФТЕХРАНИЛИЩ

Муродов Б.З.

Саттаров З.М., кандидат технических наук, профессор

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые вопросы рекуперации и повторного применения кубовых остатков отработанных моно- и диэтанолamines. Исследованы составы и строения кубового остатка аминов. Показаны, что разработанные модификаторы на основе кубовых остатков моно- и диэтанолamines можно использовать в качестве эффективного антипирена -модификатора и ускорителя отверждения эпоксидных антикоррозионных композиционных покрытий.

Ключевые слова: антикоррозионное покрытие, модификатор, моноэтаноламин, кубовый остаток, полимер, раствор, свойства, методы анализа.

FIRE-RESISTANT AND ANTI-CORROSION COATED FOR TANKS OF OIL STORAGE

Murodov B.Z.

Sattarov Z.M., PhD, Professor

Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering

Abstract. In article are considered some questions recuperation and the repeated using deep blue remainder perfected mono- and diethanolamines. Explored compositions and constructions of the deep blue remainder amins. They are shown that designed antipiren- modifiers on base deep blue remainder mono- and diethanolamines possible to use as efficient modifier and booster dried epoxies' anticorrosion composition covering.

Keywords: anticorrosion covered modifier, monoethanolamin, deep blue remainder, polymer, solution, characteristic, methods of the analysis.

В промышленных предприятиях для очистки природного газа, а также для обезвреживания отходящих газов от различных примесей широко применяется метод абсорбционной очистки. В качестве сорбента также широко применяются аминные растворы, т.к. они дешевые, легкодоступные, легко регенерируются, не представляют никакого вреда для окружающей среды [1]. При абсорбции происходит взаимодействие между газом и раствором, в котором содержится вещество, реагирующее с этим газом. Иногда растворяющийся газ реагирует непосредственно с самим растворителем. После того как мы выяснили основных этапов образования отработанных сорбентов, т.е. отработанных растворов моно- и диэтанолamines, представляло интерес исследования процесса образования кубовых остатков растворов вышеуказанных аминов.

Отработанные растворы аминных растворов представляют собой жидкости коричневого цвета, со специфическим запахом, устойчивые при длительном хранении.

Процесс регенерации аминов проводили при кипячении водных растворов аминов, на перегонной установке. Образовались три фракции, т.е. до температуры +100С, в основном выделялась вода, объемная емкость которой составляет 68-75 %, далее до температуры +185оС выделяется моноэтаноламин, объемная емкость которого составляет, порядка – 12-14%, от всей массы водного раствора моноэтанолamina, и далее после повышении

температуры, перегонка массы прекращается, в перегонной колбе остается только осмоленный продукт, который является кубовым остатком.

Кубовый остаток представляет собой вязкий маслообразный продукт, темно коричневого цвета, со специфическим запахом, горит при подведении источника открытого огня. Представляло интерес исследование состава и строения кубового остатка моноэтаноламина. Для чего был применен весь арсенал современных физико-химических методов анализа таких, как ИК -, ПМР -, УФ-спектроскопия.

Далее представляло интерес исследование прикладных свойств полученных кубовых остатков. Как известно, для получения полимерных антикоррозионных покрытий и материалов с улучшенными свойствами широко используют модификацию крупнотоннажных промышленных полимеров малыми добавками других полимеров или олигомеров [2]. Значительное распространение получило введение малых количеств мелкодисперсных зародышей кристаллизации термоэластопластов, олигомерных и полимерных добавок [3]. В основу модификации полимеров или олигомеров малыми добавками легли представления о существенном влиянии надмолекулярной структуры, а также условий протекания релаксационных процессов на свойства полимеров. При этом наблюдается комплексное воздействие добавок на структуру и свойства полимеров [4].

В качестве антикоррозионных покрытий чаще всего используют эпоксидные смолы. Большое количество исследований посвящено химической модификации эпоксидных полимеров и показано, что модификация их наиболее эффективна еще на стадии смешения компонентов, когда модификаторы вводят, главным образом, с отвердителями в процессе формирования центров полимеризации, роста полимерной цепи, образования полимерной сетки.

Использование полимерных модификаторов-антипиренов перспективно с точки зрения предотвращения некоторых нежелательных процессов, свойственных низкомолекулярным модификаторам, а также применения их в небольшом количестве [5].

В этом аспекте представляет интерес разработка технологии модификации эпоксидной смолы, кубовыми остатками, полученным при регенерации отработанных растворов аминов, поскольку благодаря близкой химической природе, а также термодинамической и кинетической совместимости компонентов, приводящей к хорошему смешению, можно получить эпоксидные композиции с повышенными физико-механическими свойствами.

Как показали проведенные эксперименты, при введении незначительного количества модификатора – кубового остатка, содержащего в своем составе азот и серу, в эпоксидную композицию при одновременном уменьшении количества вводимого отвердителя возрастает скорость отверждения композиции, и улучшаются физико-механические свойства.

Из результатов экспериментов следует, что введение небольшого количества модификатора в композицию приводит к значительному улучшению физико-механических свойств, сокращению времени полного отверждения. За счет увеличения прочности склеенных художественных мраморных плит (в 2,7 раза) уменьшается количество некондиционных продуктов. Следует отметить, что модификация, эпоксидной композиции приводит к уменьшению вводимого отвердителя в 2 раза. Химическая природа вводимого полимерного модификатора оказывает существенное влияние на структуру и свойства отвержденной эпоксидной композиции. Помимо этого, на прочностные показатели модифицированной композиции влияет и фактор химической и термодинамической совместимости модификатора и полимера, приводящая к образованию гомофазной системы. Вводимые модифицирующие добавки сорбируются на дефектных участках образующейся пространственной сетки и за счет совместимости систем формируется более плотная структура. Одним из эффективных методов защиты от коррозии технологического оборудования и конструкций является разработка и применение композиционных полимерных покрытий. В связи с этим возрастает роль контроля качества и прогнозирования долговременной прочности таких покрытий. Повышение срока службы покрытий позволяет значительно сократить расход дефицитных и дорогостоящих полимеров, более рационально использовать производственные мощности, а также улучшить экологическую обстановку на

предприятиях, использующих агрессивные среды в своих подразделениях. В этом плане значительные возможности открывает применение эпоксидных пленкообразующих с активными пластификаторами, модификаторами, а также наполнителями, содержащими оксиды металлов. Их применение позволяет повысить эксплуатационные и деформационные, прочностные характеристики, снизить диффузионную проницаемость металлополимерных конструкций. Повышение прочностных характеристик композиции с введением модификатора, можно объяснить согласно адсорбционной теории, рассматривающая адгезию как результат проявления сил молекулярного взаимодействия между концентрирующими фазами. При этом могут иметь место все разновидности вандерваальсовских сил (ориентационные, индуктивные, дисперсионные). Важно, чтобы адгезив и субстрат имели функциональные группы, способные к взаимодействию. Молекулярному взаимодействию, согласно адсорбционной теории адгезии, предшествует образование контакта между молекулами адгезива и субстрата. Повышению температуры введение модификатора, повышение давления, применение растворителей - все эти факторы облегчают протекание первой стадии процесса и способствуют достижению более полного контакта. Смачивание и растрескивание адгезива по поверхности субстрата сопровождаются поверхностной диффузией, миграцией молекул адгезива по поверхности. Именно это обстоятельство, а также гибкость полимерных макромолекул и их способность совершать микроброуновское движение были учтены в адсорбционной теории адгезии. При адгезионном разрушении не всегда требуется разрыв химических связей, а при когезионном разрушении сетчатого адгезива разрыв химических связей неизбежен. При нагружении адгезионного соединения из-за различных упругих констант адгезива и субстрата происходит дополнительная концентрация напряжений. В этих условиях разрыв по межфазной поверхности более вероятен, чем в массиве адгезива и субстрата даже при условии, что связи равно прочны, поскольку долговечность адгезионных связей снижается с ростом напряжения. Наконец, на адгезионное соединение во многих случаях действуют не только механические нагрузки, но и влага, различные химические агенты, повышенная температура. Именно граница раздела фаз наиболее подвержена действию этих факторов. Одним из способов повышения долговечности композиционного материала и адгезивных соединений является облегчение релаксационных процессов в зоне контакта полимера с субстратом, с дисперсным или волокнообразным наполнителем. Эти процессы могут быть изменены регулированием интенсивности межфазного взаимодействия, а также путем применения эластичных слоев. Разработанные модификаторы-антипирены на основе кубовых остатков моно- и диэтанолламинов можно использовать в качестве эффективного антипирена и ускорителя отверждения эпоксидных композиционных покрытий. Такие антипирены нелетучи, нетоксичны, легко совмещаются с эпоксидной смолой, технология их получения проста, что обеспечивает возможность их широкого практического применения.

Таким образом, лабораторные испытания модификатора-антипирена, полученного на основе кубовых остатков моно- и диэтанолламинов в качестве модификатора для эпоксидных композиции свидетельствуют о перспективности разработанных нами модификаторов и их возможной промышленной реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gillis R. Cationic polymer salts of (ammonium and phosphonium) prepared from them.// J. Notre Dame -2013.- №1,- s.503-505.
2. Pellon I., Valan K.I. Sintese and polymerization of phosphine halide quarternary salts.// J. Chem. Ind. - 2014.-№32.- s.1358-1361.
3. Rabinovith R., Marcus R and Pellon I. Polymerisation of phosphine halide quarternary salts // J.Polym. Sci.- 2014.-№2 (A). - s.1233-1235.
4. Bell G. A New Process for performance Coating by Spontaneous Polymerization.// Europolymer Congress. Eindhoven University of Technology July 15-20, 2013 j. The Netherlands, 2001.- p. 1327-1329.
5. ZweirzaK A. Cyclic organophosphorus compounds.//Canad.J.Chem. –2014.-№5.- s.2501-2503.

РАЗРАБОТКА ДОБАВОК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОГНЕ-И ЖАРОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ

Мухамедов Н.А., Мукимов Х.Н.

Касимова Г.А., кандидат технических наук, доцент

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. На основе проведенных исследований разработана технология получения эффективных композиционных добавок из техногенных отходов – механо-химически активированной смеси «золошлак Ново-Ангренской ТЭС+фосфогипс». С учетом двойного действия на цемент механо-химически активированной смеси «ММК-1» в количестве 15-20% в качестве активной минеральной добавки и регулятора сроков схватывания взамен природного гипсового камня, рекомендовано ее крупномасштабное внедрение.

Ключевые слова: цемент, добавка, золошлак, фосфогипс, активация, смесь, прочность, жаростойкость.

DEVELOPMENT OF EFFECTIVE CEMENT ADDITIVES FOR THE PRODUCTION OF HEAT-RESISTANT BETONS

Mukhamedov N.A., Mukimov H.N.

Kasimova G.A., PhD, Associate Professor

Tashkent Institute Architecture and Civil Engineering, Republic of Uzbekistan

Abstract. Based on the studies, a technology has been developed to produce effective composite additives from industrial waste - a mechanically-chemically activated mixture of ash from the Novo-Angren TPP+phosphogypsum. Taking into account the double effect on the cement of the mechanically chemically activated mixture “ММК-1” in the amount of 15-20% as an active mineral additive and a regulator of setting time instead of natural gypsum stone, its large-scale introduction is recommended.

Keywords: cement, additive, ash and slag, phosphogypsum, activation, mixture, strength, heat resistance.

Во всем мире проводятся научные исследования по совершенствованию технологии производства огне- и жаропрочных композиционных портландцементов и бетонов на их основе, в том числе по следующим приоритетным направлениям: разработка новых составов композиционных сырьевых смесей; экономия природных сырьевых ресурсов и применение вторичных сырьевых материалов; разработка энергоэкономичных технологий обжига клинкера; создание состава активных минеральных добавок, обеспечивающих ресурсосберегающую технологию производства портландцемента; разработка технологий производства новых составов добавочных, пуццолановых и цветных портландцементов [1].

В результате проведенных исследований установлены физико-химические основы формирования цементного камня; определение степени формирования новых минералов при обжиге сырьевых смесей с участием вторичных сырьевых ресурсов; изучены причины возникновения эндо- и экзо-эффектов в процессе низкотемпературного обжига портландцементного клинкера; предложено применение вулканических горных пород в качестве активных минеральных добавок при производстве портландцемента.

Вместе с тем, также проводятся научно-исследовательские работы по разработке новых составов композиционных добавок на основе различных видов вторичных сырьевых ресурсов; по производству клинкеров на основе сталеплавильных шлаков и отходов горно-

обогащительной отрасли; изучению физико-механических и технологических свойств добавочных цементов; изучению структуры наноцементов для газобетонов; снижению себестоимости малозергемких клинкеров и цементов; разработке энерго- и ресурсосберегающих технологий композиционных цементов [2].

В этом контексте, спектр проводимых нами научных поисков охватывает широкий диапазон исследований по формированию составов широкого ассортимента композиционных добавок с участием различных минеральных ингредиентов и добавки механо-химически активированной смеси «золоток Ново-Ангренской ТЭС+фосфогипс» («ММК-1»), подбору оптимальных составов композиционных добавок на основе различных традиционно используемых минеральных добавок с участием добавки «ММК-1» [3].

В этой статье приводятся результаты исследований по разработке и применению в качестве добавок к портландцементу композиционных добавок, включающих «ММК-1+глиеж», «запечный пыл +ММК-1», «глиеж + запечный пыл +ММК-1, «глиеж + диабаз + ММК-1», для производства огне- и жаропрочных бетонов.

Установлено, что техногенные образования в виде горного массива Куйташ, находящиеся на территории Навоинского горно-металлургического комбината, по внешнему виду и химическому составу (SiO_2 - 55,55 % и Al_2O_3 - 13,34 %) можно отнести к глиежеподобной породе, гидравлическая активность которой по критерию Стьюдента составила $t=33,8$, что больше его регламентируемого по НД значения 2,07. Содержание SO_3 в композиционных добавках колеблется в пределах от 3,77 % до 8,06 %, что указывает на возможность их использования для получения опытных портландцементов с композиционными добавками без применения гипса. Дальнейшие исследования по получению портландцементов с активированными добавками нового поколения проводились с применением добавок АД3, АД4 и АД5, для приготовления которых в качестве матрицы использовали клинкер АО «Кызылкумцемент». Установлено, что введение 15 и 20% АД ускоряет процесс измельчения шихты для получения композиционных портландцементов. Этим объясняется уменьшением доли твердой клинкерной составляющей в портландцементе за счет ее замены дисперсной композиционной добавкой «ММК-1+глиеж». В зависимости от количества введенной в цемент композиционной добавки содержание SO_3 колеблется в пределах от 1,52 до 2,07 %.

Физико-механические характеристики портландцементов с механо-химической активированной добавкой «ММК-1+глиеж» приведены в табл.1. Установлено, что ПЦ с композиционными добавками характеризуются сроками схватывания, значения (начало - от 3 h 35 min до 5 h 15 min, конец – от 5 h 15 min до 7 h 10 min.) которых соответствуют требованиям (ГОСТ) O'z DSt 2830:2014, п. 5.1.5.

Таким образом, установлена возможность использования механо-химической активированной добавки «ММК-1» и глиежа при их соотношении 60÷80 масс. % и 40÷20 масс. % соответственно в качестве композиционной добавки при производстве общестроительных цементов ПЦ 400–АД20 без применения гипсового камня при сохранении их марочной прочности. По значениям гидравлической активности все опытные ПЦ с добавками «ММК-1», несмотря на уменьшение клинкерной составляющей от 15 до 20%, и при 100%-ной экономии природного гипсового камня, обеспечивают марку 400 по (ГОСТ)- O'z DSt 2830:2014.

Наращение прочности ПЦ с АД, содержащими «ММК-1», происходит неравномерно. В начальные сроки твердения наращение прочности опытных ПЦ происходит довольно интенсивно, к 7-суткам (60-73)% марочной прочности. В дальнейшем процесс твердения замедляется и к 28-суткам исследуемые портландцементы увеличивают свои показатели прочности на (27-40) %, набирая при этом 100 % марочной прочности, т.е. марки 400.

В дальнейшие сроки процесс химического взаимодействия и твердения в системе «молотый клинкер – механо-химической активированной добавка» продолжается плавно, к возрасту 180 сут гидратные продукты, образующиеся в реакционной среде, уплотняя, упрочняют цементный композит, в результате чего показатели прочности искусственного

конгломерата на 11-13% превышают проектные показатели их марочной прочности. Такое изменение прочности исследуемых составов ПЦ с АД во времени объясняется, возможно, различием их минералогического состава и матричного ПЦ. Однако, различие заключается в том, что прочность камня на основе ПЦ-Д0 во все сроки ниже, чем у ПЦ с новыми АД «ММК-1+глиеж». Состав цемента ПЦ АД5-20, полученного совместным помолом портландцементного клинкера и 20% добавки «ММК+глиеж», полученного путем смешивания 80 % ММК-1 и 20 % глиежа, является оптимальным.

Таблица 1

Показатели прочности ПЦ с КД «ММК-1 + глиеж»

Условное обозначение	В/Ц раствора состава 1:3	Расплав конуса, mm	Предел прочности, МПа, при изгибе и сжатии в возрасте				Марка цемента
			7 d		28 d		
			Ризг.	Рсж.	Ризг.	Рсж.	
ПЦ-Д0	0,384	115	5,3	24,8	6,1	39,80	400
ПЦ АД3-20	0,376	113	5,4	29,4	6,2	40,2	400
ПЦ АД4-15	0,376	115	5,0	24,8	5,7	39,4	400
ПЦ АД4-20	0,376	114	5,7	26,9	6,2	42,6	400
ПЦ АД5-15	0,384	115	5,5	29,4	6,2	44,6	400
ПЦ АД5-20	0,380	115	5,5	21,4	6,2	44,6	400

По полученным экспериментальным данным видно, что сроки схватывания цементов ПЦ-АДШ-5, ПЦ-АДБ-5, ПЦ-АДБ-10 не соответствуют требованиям НД. В связи с этим, для изучения физико-механических свойств выбран состав ПЦ-АДШ-10 (состав № 3), прочность которого через 28 сут нормального твердения на 6-7% ниже (40,3 МПа), чем у ПЦ-Д0 (43,3 МПа). Проведенные огневые испытания полученных строительных конструкции, модифицированные добавками нового поколения, показали, что они выдерживают высокие температурные нагрузки, и их можно рекомендовать к применению при строительстве категоризованных объектов, таких как АЭС, ТЭС, нефтехранилищах, газо-нефтезаправочных станции и др.

На основе выданных рекомендаций на АО «Кызылкумцемент» намечается серийный выпуск ПЦ400-АД20 путем замены в цементе 20% высокотемпературной клинкерной составляющей композиционной добавкой, включающей 10% «ММК-1» и 10% запечной пыли.

Таким образом, разработаны механо-химически активированные добавки для цемента с оптимальным сочетанием и соотношением компонентов: «диабаз+запечная пыль+ММК-1» и «глиеж+диабаз+ММК-1», ввод которых в цемент обеспечивает 20-30% замену клинкера и получить огне- и жаропрочные портландцементы марок ПЦ400-Д20, ПЦ 400-АД30 и ПЦ 300-АД30 и соответственно железо-бетонных строительных конструкции, специального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабакулова Н.Б. «Некоторые проблемы повышения огнестойкости и жаростойкости бетонов». Сборник межд. научно-технической конференции «Булатовские чтения», Краснодар (Россия), 31 марта, 2019 г.с.41-44.
2. Касимов Э.У. Архитектурное материаловедение. Ташкент, ГАСИ, 2016 г. с.23-29.
3. Кадиров Р.Н. Разработка огни- жаропрочных бетонов. Сборник республиканской научно-технической конференции «Актуальные проблемы производства качественных строительных материалов». Ташкент, МЧС РУз, 28-августа, 2019 г.

ОГНЕСТОЙКОСТЬ СЖАТО-ИЗГИБАЕМЫХ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Нехань Д.С.

Полевода И.И., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. На основании экспериментальных и теоретических исследований изучена огнестойкость сжато-изгибаемых железобетонных конструкций, изготовленных методом центрифугирования.

Ключевые слова: огнестойкость, предел огнестойкости, центрифугированные железобетонные конструкции, хрупкое взрывообразное разрушение бетона.

FIRE RESISTANCE OF COMPRESSED-BENDED SPUN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Nekhan D.S.

Palevoda I.I., PhD in Technical Science, Associate Professor

Abstract. On the experimental and theoretical basis, the fire resistance of compressed-bend spun reinforced concrete structures has been studied.

Keywords: fire resistance, fire resistance limit, spun reinforced concrete structure, explosive spalling of concrete.

Центрифугированные железобетонные конструкции нашли широкое применение в нашей стране и за рубежом за счет высокой эффективности, технологических и эксплуатационных преимуществ. Каркасное строительство зданий и сооружений из сборно-монолитного железобетона является перспективным направлением развития данной отрасли в XXI веке. В качестве вертикальных несущих элементов в данной схеме применяются вышеупомянутые конструкции, которые должны отвечать ряду требований на всех стадиях их существования, включая требования пожарной безопасности. Соответствие железобетонными строительными конструкциями требованиям пожарной безопасности заключается в сохранении ими своих функций при пожаре, что проявляется предъявлением требований к их пределу огнестойкости. Для центрифугированных железобетонных конструкций с учетом выполняемых ими функций в зданиях характерно основное предельное состояние по огнестойкости R , заключающееся в потере несущей способности.

Особенностями вышеуказанных конструкций являются неоднородность физико-механических характеристик бетона в их поперечном сечении, тонкостенность и наличие внутреннего воздушного пространства (полости). Анализ литературных и нормативных источников показал, что огнестойкость центрифугированных железобетонных конструкций является актуальным предметом исследований. Не были проведены испытания, отражающие реальное поведение данных конструкций при пожаре, исходя из чего не выявлены характер и механизм их разрушения при пожаре. При этом существующие инженерные методики не позволяют достоверно оценить их предел огнестойкости ввиду наличия вышеупомянутых конструктивных особенностей. В связи с этим была определена научная работа: на основании экспериментальных и теоретических исследований изучить огнестойкость сжато-изгибаемых железобетонных конструкций, изготовленных методом центрифугирования.

Для достижения цели настоящей работы были проведены исследования огнестойкости центрифугированных железобетонных сжато-изгибаемых конструкций в два этапа: I этап – исследование свойств центрифугированного бетона в нормальных условиях и при высокотемпературном нагреве; II этап – натурные огневые испытания центрифугированных железобетонных колонн кольцевого сечения в составе фрагмента здания под нагрузкой.

В результате проведения I этапа экспериментальных исследований подтверждена неоднородность свойств центрифугированного бетона по сечению готового изделия в заводских условиях. Получены зависимости, описывающие изменение прочности и плотности в поперечном сечении изделия, с учетом данных показателей бетона в нем в целом. Впервые выявлено различие в относительном изменении физико-механических свойств бетона при высокотемпературном нагреве в зависимости от его расположения поперечном сечении конструкции. Установлены экспериментальные зависимости коэффициента условий работы бетона при пожаре для различных слоев центрифугированного бетонного изделия. Проведена сравнительная оценка полученных значений $k_c(\theta)$ центрифугированного бетона с соответствующими значениями для вибрированного бетона, в т.ч. приведенных в ТНПА. Стойкость центрифугированного бетона при нагреве изменяется от наружной к внутренней поверхности готового изделия. Более низкая стойкость к температурам до 700 °С характерна для внутренних слоев. Прочность наружного слоя была полностью исчерпана при 800 °С. При испытании образцов склонность к хрупкому разрушению не наблюдалась.

В ходе проведения II этапа экспериментальных исследований было изучено поведение и зафиксированы параметры центрифугированных железобетонных колонн кольцевого сечения при пожаре. Разрушение колонн происходит в центральной части. Ему предшествуют образование магистральных трещин под углом 75–80° к плоскости земли и нарастание деформаций изгиба. Фактический предел огнестойкости испытанных колонн составил не менее R69. В рассматриваемой каркасной конструктивной схеме данные конструкции оказались наиболее слабыми с точки зрения огнестойкости. Взрывообразное хрупкое разрушение бетона в колоннах в процессе испытаний не было зафиксировано. Получены экспериментальные данные прогрева сечения двух центрифугированных железобетонных колонн кольцевого сечения. Температура арматурных стержней в момент обрушения фрагмента в колоннах составила (522±21) °С и (882±80) °С соответственно, бетона на внутренней поверхности колонн (517±47) °С и (848±224) °С. При этом выявлено, что стенки колонн со свободной воздушной полостью имеют более высокую скорость прогрева, чем стенки с монолитной железобетонной шпонкой в полости (температура бетона в окончании испытаний оказалась в среднем на 224 и 314 °С ниже). В процессе испытаний наблюдаются стадии роста и срабатывания избыточного давления в полости. Максимальные его значения достигают 0,15–0,16 МПа, когда внутренняя поверхность колонн прогревается до температур 125–140 °С, а температура газовой среды в полости составляет примерно 110–120 °С. Избыточное давление газовой среды в полости не привело к преждевременной потере колоннами своей несущей способности при пожаре. Предельная температура газовой среды в полости колонн составляла (502±31) °С и (793±180) °С соответственно.

Далее были проведены теоретические исследования, основанные на результатах экспериментальных данных. На начальном этапе была произведена оценка физико-механических и теплофизических характеристик центрифугированного бетона в нормальных условиях и при повышении температуры, учитывающая повышение его однородности с уменьшением толщины изделия. Это использовалось при оценке огнестойкости центрифугированных железобетонных конструкций, которая включала в себя решение теплотехнической и статической задач.

Для решения теплотехнической задачи использовалась система конечно-элементного анализа Ansys Workbench. В ходе решения данной задачи был решен ряд проблем. Так, с учетом рассчитанных на основании экспериментальных данных параметров теплообмена между внутренней поверхностью и газовой средой в полости было выявлено практически

полное отсутствие влияния газовой среды в полости конструкций кольцевого сечения, обогреваемых по всему наружному периметру, на температурное поле в указанных конструкциях. Результаты моделирования прогрева испытанных колонн показали приемлемую сходимость теоретических и экспериментальных температур в сечении колонн до трещинообразования при использовании теплофизических характеристик бетона из ТКП EN 1992-1-2-2009, а воздействий согласно СН 2.01.03-2019. Коэффициентом k_{hol} , учитывающим увеличение температур в сечении полых железобетонных конструкций по сравнению со сплошными, была скорректирована формула для расчета температур в сечении полых колонн, обогреваемых по всему наружному периметру. В ходе оценки влияния неоднородности центрифугированного бетона на прогрев конструкций с использованием теплофизических характеристик центрифугированного бетона, полученных на основании теоретических исследований, определены значения коэффициента k_{het} , учитывающего ускорение прогрева рассматриваемых конструкций за счет проявления данной особенности рассматриваемых конструкций. Анализ экспериментальных температур до и после раскрытия трещин позволил получить коэффициент k_{th} , учитывающий усиленный прогрев при раскрытии трещин. Данный коэффициент изменяется в диапазоне 1,00–1,40. Температура начала раскрытия трещин составляет 550 °С. Проведенное моделирование прогрева испытанных колонн с учетом k_{het} и k_{th} и воздействия реальных температур греющей среды показало приемлемую сходимость полученных температур с экспериментальными. Адаптированная коэффициентами k_{hol} , k_{het} и k_{th} формула для расчета температур в сечении центрифугированных железобетонных колонн кольцевого сечения, подвергаемых воздействию стандартного температурного режима, может быть применена в инженерной практике при расчете пределов огнестойкости указанных конструкций, обогреваемых по всему наружному периметру.

Для решения статической задачи использовались программный комплекс ПК ЛИРА-САПР 2013 R5 (определение усилий в конструкциях) и метод предельных усилий, основанный на исследованиях, показавших возможность учета прямоугольной укороченной эпюры для расчета прочности центрифугированных железобетонных элементов [1] (определение несущей способности конструкций). При определении несущей способности колонн в заданный момент времени испытаний учитывались температурные поля, полученные в ходе решения теплотехнической задачи, и соответствующие коэффициенты условий работы бетона $k_c(\theta)$ и арматуры $k_s(\theta)$, приведенные в действующих ТНПА. При этом значения $k_c(\theta)$ подвергались корректировке коэффициентом k_{cor} , учитывающим неоднородность сопротивления сжатию бетона в нормальных условиях в поперечном сечении конструкции и различие в его относительном изменении при высокотемпературном нагреве.

Решение указанных задач показало приемлемую сходимость с результатами II этапа экспериментальных исследований, что позволило разработать достоверные расчетную модель оценки огнестойкости центрифугированных железобетонных сжато-изгибаемых конструкций и инженерную методику расчета пределов огнестойкости указанных конструкций.

Выявление основных причин отсутствия хрупкого взрывообразного разрушения бетона в центрифугированных железобетонных колоннах кольцевого сечения при проведении огневых испытаний позволило путем проведения экспериментально-теоретических исследований получить занижающие коэффициенты для оценки критерия хрупкого разрушения бетона в центрифугированных железобетонных сжато-изгибаемых конструкциях и сделать вывод о меньшей склонности центрифугированного бетона к данному виду разрушений при пожаре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пособие к СП 63.13330 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp06.pdf / – Дата доступа : 16.01.2021.

ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ ВОДОЕМОВ КАРЬЕРНОГО ТИПА

Новиков М.Э

Касперов Г.И., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с оценкой устойчивости бортов карьерных водоемов. Приведены результаты исследований по расчету критериев устойчивости откосов карьеров.

Ключевые слова: карьерный водоем; устойчивость; борт(откос) карьера.

OPERATIONAL ASSESSMENT OF QUARRY LAKES SLOPES STABILITY

Novikov M.E.

Kasperov G.I., PhD, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The article discusses issues related to the assessment of quarry lakes slopes stability. The results of research on quarry lakes slopes stability criteria calculation are presented.

Keywords: quarry lake, stability, quarry lake slope

Для оценки устойчивости откосов (бортов) карьерных водоемов определяют следующие основные расчетные физико-механические характеристики грунтов [1].:

- плотность грунта ρ и его частицы ρ_s ;
- пористость n_s ;
- коэффициент пористости e ;
- угол φ ;
- коэффициент f внутреннего трения грунта;
- коэффициент фильтрации K_f ;
- удельное сцепление c ;
- число пластичности I_p ;
- показатель консистенции I_L для связных грунтов;
- гранулометрический состав грунта с построением кривой распределения частиц по крупности, с которой снимают значения расчетных диаметров.

Соппротивление сдвигу $\tau_{сд}$ определяют в одноплоскостных приборах прямого сдвига или стабилометрах (приборах трехосного напряженного состояния) при стандартных нагрузках, после чего устанавливают графическую связь между вертикальной нагрузкой и сопротивлением сдвигу.

Для несвязных и малосвязных песчаных грунтов определяют только структурное сцепление c_c (капиллярное сцепление принимают $c_c = 0$). Структурное сцепление определяют по методике А.Ф. Печкурова способом отрыва металлической пластинки, цементированной на поверхности водонасыщенного грунта. Величина его значительно меньше показателя сцепления, снимаемого с кривой сдвига. Например, для песчаных грунтов средняя величина $c_c = 0,1$ Па (предел изменения от 0,03 до 0,5 Па).

Ориентировочные значения c_z (Па) для песчаных грунтов со средним диаметром $d = 0,15 \dots 1$ м можно определять по экспериментальным данным А.Ф. Печкурова.

Отбор проб производят без нарушения естественной структуры грунтов, залегающих над уровнем воды и ниже его, специальным грунтоносом или пробоотборником из шурфов через каждые 0,5 м по глубине в 3-х кратной повторности для определения плотности, пористости, гранулометрического состава и 5-и кратной для определения характеристик трения, сцепления и фильтрации. Классификация грунтов и методика определения их физических и физико-механических характеристик приведены в ТКП 45-5.01-17-2006 и СТБ 943-2007.

Для расчета устойчивости подводной зоны откосов принимают значения коэффициента внутреннего трения f , полученные при испытаниях в воде, а для надводной зоны – определенные для воздушно-сухого или увлажненного состояния грунта.

В качестве оперативного метода для оценки устойчивости бортов карьеров рекомендуется использовать графики, полученные при выполнении задания ГПНИ «Информатика, космос и безопасность» [2]. Графики построенные по данным таблиц, рассчитанных для песчаных грунтов при различных значениях диаметра крупной фракции d_{90} коэффициента внутреннего трения грунта f и высоты высачивания грунтовых вод h_z .

Если фактические значения коэффициента заложения откосов m_o карьерных водоемов окажутся меньше расчетных значений m , полученным по приведенным в [2] формулам или графикам, то такие откосы будут подвержены деформациям. Следовательно, отношение $k_r = m_o / m$ может быть принято в качестве критерия устойчивости откоса. Если $k_r \geq 1$, то откос будет находиться в устойчивом состоянии, а если $k_r < 1$, то устойчивость откоса может быть обеспечена или путем его уполаживания до значения критерия $k_r \geq 1$ или назначением соответствующего крепления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михневич Э.И. Устойчивость русел открытых водотоков. – Минск: Ураджай, 1988. – 240 с.
2. Разработать комплексную оценку влияния карьерных водоемов на безопасность эксплуатации карьеров в местах добычи полезных ископаемых: отчет о НИР (заключ.) / БГТУ; рук. темы Г.И.Касперов. – Минск, 2020. –192 с. – ГР № 20192245.

УДК 564.48.01

ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ГОРЮЧЕСТИ НЕКОТОРЫХ МАТЕРИАЛОВ

Норбоева М.А.

Мажидов С.Р., доцент

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. Установлено, что специфической особенностью горения является наличие разнообразных критических явлений, наблюдаемых при его возникновении и развитии. В теории горения установление и изучение критических условий горения представляют собой одну из основных задач. Показано, что знание закономерностей и критических условий горения полимерных материалов служит научным фундаментом для оценки их истинной пожарной опасности и установления противопожарных норм при применении изделий из полимеров в тех или иных областях техники.

Ключевые слова: горение, пожар, древесина, огнезащитный состав, антипирен, кокс, тление.

POSSIBILITIES OF REDUCING FLAMMABILITY OF CERTAIN MATERIALS

Norboeva M.A.

Mazhidov S.R., Associate Professor

Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering

Abstract. It has been established that a specific feature of combustion is the presence of a variety of critical phenomena observed during its occurrence and development. In combustion theory, the establishment and study of critical combustion conditions is one of the main tasks. It is shown that knowledge of the patterns and critical conditions of combustion of polymeric materials serves as a scientific foundation for assessing their true fire hazard and establishing fire safety standards when using products made of polymers in certain fields of technology.

Keywords: combustion, fire, wood, fire retardant, fire retardant, coke, smoldering.

Уже сейчас мировое производство пластмасс, химических волокон, синтетических каучуков и других полимерных материалов достигло почти сотни миллионов тонн. Рост производства и потребления многих полимерных материалов в различных отраслях техники несколько сдерживается из-за ряда недостатков, и, в частности, их повышенной пожароопасности. Поэтому исследование процессов воспламенения и горения природных и синтетических высокомолекулярных соединений, а также различных композиционных материалов на их основе приобретает в настоящее время исключительно важное практическое значение.

Интерес к этой быстро развивающейся области науки обусловлен назревшей необходимостью создания научных основ целенаправленного синтеза негорючих полимерных материалов, рациональной технологии получения пожаробезопасных материалов, прогнозирования условий их эксплуатации, исключающих возможность возникновения и распространения пожаров, поскольку производство полимерных материалов является одной из наиболее быстро развивающихся областей химической промышленности.

Пожароопасность природных и синтетических полимеров определяется их способностью к воспламенению и распространению процесса горения, последствиями этого процесса.

Химическая природа горючих и окисляющих веществ, механизмы реакций горения разнообразны. Участие кислорода в процессе горения не является обязательным. Главное, что характерно для реакций, протекающих в режиме теплового горения - наличие сильной зависимости скорости тепловыделения от температуры. При равенстве скорости теплоприхода и скорости расхода тепла на поддержание процесса и потери в окружающую среду устанавливается стационарный процесс горения.

При горении полимерных материалов внутри и на поверхности конденсированной фазы также осуществляются сложные физико-химические процессы, такие как фазовые переходы, термо- и термоокислительное разложение и др. Горение многих полимерных материалов, особенно огнезащищенных, включает признаки как гомогенного, так и гетерогенного процесса. Это обусловлено тем, что высокотемпературное разложение полимеров при горении часто сопровождается образованием новой фазы карбонизованного слоя. Последний выгорает в результате реакции взаимодействия газообразного окислителя с поверхностью углерода. Скорость гетерогенного химического процесса выгорания карбонизованного слоя полимеров определяется скоростью диффузии кислорода из газовой фазы к углеродной поверхности.

Рассматривая в волне горения основные физико-химические процессы с участием конденсированных веществ и выделяя зону реакции, которая является "ведущей" или контролирующей скорость горения, мы разделили все конденсированные вещества на два класса: безгазовые и газифицирующиеся при горении.

Конденсированные вещества первого класса при горении вообще не образуют газообразных продуктов. Сюда могут быть отнесены различные термитные смеси,

продуктами сгорания которых являются нелетучие конденсированные вещества-оксиды металлов. Подавляющее большинство конденсированных веществ относится ко второму классу. Они первоначально газифицируются, затем осуществляется гомогенное горение продуктов газификации в газовой фазе.

Получение полной информации о химии процесса горения полимеров представляет особенно сложную и практически неразрешимую задачу. Природные и синтетические полимеры представляют собой исключительно сложные системы. До сих пор окончательно не установлены кинетика и детальный механизм разложения полимеров даже при относительно умеренной температуре и скорости теплового воздействия.

Для установления взаимосвязи между структурными характеристиками полимерных веществ и закономерностями их горения, безусловно, необходимы знание и понимание физико-химического процесса превращения исходного материала в конечные продукты сгорания на всех этапах этого превращения. Эта конечная цель не может быть достигнута без учета химической кинетики и влияния на последнюю физических факторов.

Специфической особенностью горения является наличие разнообразных критических явлений, наблюдаемых при его возникновении и развитии. В теории горения установление и изучение критических условий горения представляют собой одну из основных задач. Знание закономерностей и критических условий горения полимерных материалов служит научным фундаментом для оценки их истинной пожарной опасности и установления противопожарных норм при применении изделий из полимеров в тех или иных областях техники.

Исследование механизма и закономерностей горения полимерных материалов находится в настоящее время в начальной стадии развития. Для научно обоснованного подхода к проблеме снижения горючести и получения негорючих полимерных материалов необходимо совместить усилия специалистов-химиков, физико-химиков и физиков в направлении изучения таких вопросов, как высокотемпературное разложение полимеров в условиях, приближающихся к условиям горения, влияние химического строения и надмолекулярной структуры полимеров на закономерности воспламенения и горения, влияние старения полимеров на изменение их горючести, в направлении установления механизма огнегасящего действия различных добавок, создания методов количественной оценки эффективности антипиренов и др.

Для огнезащитной обработки древесины широко применяют соли аммония, которые при нагревании разлагаются с выделением аммиака.

Температура разложения солей аммония колеблется в широких пределах и не совпадает с температурой воспламенения древесины. Диаммоний фосфат уже при температуре близкой к 70°C заметно выделяет аммиак, переходит в моноаммонийфосфат. Сульфат аммония частично разлагается при достижении 218 °C, полное разложение с выделением теоретического количества аммиака происходит только при 513°C.

Пары хлорида аммония полностью распадаются на NH₃ и HCl при 338°C. Можно подобрать органические соединения, которые при нагревании выделяли аммиак в том же количестве и в тех же температурных пределах, как и названные выше соли, однако эффект самозатухания при этом не достигается. Вероятнее всего, действие сульфатов и фосфатов аммония не ограничивается газовой фазой.

Существующая мировая практика огнезащиты показывает, что наиболее эффективные ее способы связаны с использованием материалов терморасширяющегося типа. Под действием огня или теплового удара такие материалы резко увеличиваются в объеме, образуя пористый слой с очень низкой теплопроводностью, заполняя щели и отверстия, изолируя в целом объект от среды воздействия высоких температур.

Стремление затруднить теми или иными способами нагрев древесных материалов лежит в основе многих мероприятий, осуществляемых для их защиты. В первую очередь, таким мероприятием является нанесение специальных полимерных покрытий на поверхность древесных плит.

При нагревании покрытия должны препятствовать передаче тепла к защищаемому, изолировать материал от доступа воздуха, затруднять выход образующихся летучих

продуктов. Указанные способы увеличивают время до начала разложения (при монотонном нагреве), но не изменяют по существу характер термического разложения.

Важнейшая особенность химической огнезащиты состоит в том, что она снижает термическую устойчивость материала в области предшествующей горению температуры, а не приводит к ее повышению, как при огнезащите, основанной на физических явлениях. Однако это снижение и изменение направления разложения материала оказываются наиболее выгодным и для подавления последующего горения.

УДК 614.8

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА И ПОЖАРА НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ РЕБРИСТОЙ ПЛИТЫ

Ольховский В.С.

Васильченко А.В., кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Расчеты на примере железобетонной ребристой плиты показали, что произошедшее в результате взрыва из-за возникших трещин выключение из работы части сжатого слоя бетона сильно сказывается на снижении огнестойкости плиты.

Ключевые слова: железобетонная ребристая плита, комбинированное особое воздействие, критическая температура, предел огнестойкости, трещина

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF EXPLOSION AND FIRE ON THE FIRE RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE RIBBED SLAB

Olkhovsky V.S.

Vasilchenko A.V., PhD in Technical Science, Associate Professor

Abstract. Calculations on an example of reinforced concrete ribbed slab have shown that as a result of explosion because of the arisen cracks the part of compressed concrete layer is switched off from work, and it strongly affects decrease in fire resistance of a ribbed slab.

Keywords: reinforced concrete ribbed slab, combined special influences, critical temperature, fire resistance limit, crack.

На объектах повышенной опасности (ОПО) осуществляются технологические процессы с веществами, способными при определенных условиях взрываться и вызывать пожар. Поэтому работы, посвященные защите объектов от чрезвычайных ситуаций, связанных с комбинированными особыми воздействиями (СНЕ) с участием взрыва (Е), пожара (F) являются актуальными.

Можно ожидать, что при взрыве и пожаре последствия для несущих конструкций каркаса и ограждающих конструкций будут различаться.

Если несущие конструкции выдержат такое воздействие, то ограждающие конструкции, которые обычно выполняются из железобетона, обладающие меньшим запасом прочности, но выбранные по принципу соответствия класса огнестойкости могут не выдержать комбинированного воздействия.

В промышленных зданиях ОПО в качестве ограждающих конструкций покрытия часто и в большом количестве используют железобетонные ребристые плиты. Изучение их поведения при СНЕ EF может представлять интерес как для проектирования ОПО, так и для прогнозирования их состояния после чрезвычайных ситуаций.

При взрыве действие на плиту ударной волны можно представить как кратковременный обратный момент (КОМ), вызывающий деформацию изгиба, направленную вверх. Если плита надежно удерживается в местах крепления, то в верхней

части плиты образуется растянутая зона бетона. При этом в бетоне развиваются пластические деформации и образуются трещины, глубина которых зависит от силы воздействия ударной волны. После взрыва плита возвращается в первоначальное положение, но образовавшиеся трещины выключают из работы слой бетона равный глубине трещин. Таким образом, после взрыва полезная толщина плиты уменьшится, что приведет к снижению несущей способности и вызовет увеличение коэффициента сопротивления рабочей арматуры. При пожаре это приведет к уменьшению критической температуры рабочей стальной арматуры и снижению предела огнестойкости плиты.

Исходя из вышесказанного, для исследования поведения железобетонной ребристой плиты при СНЕ EF необходимо:

- оценить давление, при котором нарушается крепление плиты;
- проверить прочность плиты при обратном изгибе, когда давление ударной волны p не нарушает крепление плиты;
- оценить трещинообразование на верхней грани плиты при обратном изгибе;
- проверить при нормальных условиях прочность плиты с образовавшимися трещинами на верхней грани (при уменьшенной полезной толщине плиты);
- оценить коэффициент снижения сопротивления рабочей арматуры при уменьшенной полезной толщине плиты и критическую температуру рабочей арматуры;
- оценить предел огнестойкости плиты.

Проверка прочности ребристой плиты в ее частях показала, что полка и продольное ребро разрушаются при давлении ударной волны меньшем давления отрыва плиты. Поэтому расчеты следует вести для двух случаев давления: когда конструкция выдерживает КОМ без значительной пластической деформации и когда деформации КОМ вызывают образование трещин.

Расчеты, выполненные по предложенной методике исследования поведения железобетонной ребристой плиты при СНЕ EF, позволили показать, что прочность сварного крепления ребристой плиты превышает ее прочность при обратном изгибе. Поэтому можно рассчитать силу взрыва, не разрушающего плиту, и исследовать ее части как изгибаемые элементы с соответствующими закреплениями. Исходя из этого, можно вычислить давление ударной волны, при котором плита не претерпит образования значительных трещин на верхней грани и давление, при котором появятся глубокие трещины.

Согласно расчетной оценке при трещинах глубиной до половины толщины полки плита сохраняет несущую способность, но значительно теряет в огнестойкости. При трещинах глубиной, равной толщине полки, плита теряет целостность (за счет полки), но можно предположить, что это не вызовет ее обвала. Об огнестойкости в этом случае можно говорить только в смысле недопущения разрушения поврежденной плиты. При глубине трещин более толщины полки, как показывают расчеты, плита разрушается при нормальных условиях.

Таким образом, по результатам расчетов можно сделать следующие выводы.

1. В работе предложена методика исследования поведения железобетонной ребристой плиты при СНЕ EF, которая подходит и для других изгибаемых конструкций.

2. Оценочные расчеты показали, что происшедшее в результате взрыва из-за возникших трещин выключение из работы части сжатого слоя бетона железобетонной ребристой плиты сильно сказывается на снижении ее огнестойкости. На основании этих расчетов появляется возможность учитывать необходимые параметры ребристых плит при проектировании и эксплуатации конструкций ОПО.

3. Расчеты по предложенной методике позволяют обосновывать мероприятия по повышению безопасности ограждающих железобетонных конструкций перекрытия каркасных промышленных зданий ОПО в случае аварийного взрыва и пожара. Также они позволяют прогнозировать относительно безопасное количество взрывчатого вещества в технологическом процессе ОПО, не приводящее к катастрофическим последствиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильченко А.В. и др. Оценка огнестойкости железобетонной ребристой плиты при комбинированном воздействии "взрыв-пожар" // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, НУЦЗУ, 2018.– Вып. 44. – С.7-14.
УДК 614.844.2 : 699.814

СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНЫХ МЕТОДИК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СПРИНКЛЕРНЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Ощепков А.М.

Грачулин А.В., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Проведен анализ отечественной методики гидравлического расчета спринклерных автоматических установок пожаротушения. Указаны ее недостатки и отличия от зарубежных методик.

Ключевые слова: спринклерная автоматическая установка пожаротушения, спринклерный ороситель, интенсивность орошения, гидравлический расчет.

COMPARISON OF THE DOMESTIC AND FOREIGN METHODS OF HYDRAULIC CALCULATION OF SPRINKLER AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING UNITS

Oshchepkov A.M.

Grachulin A.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The analysis of the domestic method of hydraulic calculation of automatic sprinkler fire extinguishing installations is carried out. Its disadvantages and differences from foreign methods are indicated.

Keywords: automatic sprinkler fire extinguishing installation, sprinkler, spraying intensity, hydraulic calculation.

Задача оптимального проектирования спринклерных автоматических установок пожаротушения (далее – АУП) является многофакторной, при этом можно выделить ключевой параметр, определяющий расход огнетушащего вещества (далее – ОТВ) и материалоемкость АУП: нормативная интенсивность орошения I_n в наиболее удаленной от водопитателя зоне защищаемого объекта. Сегодня существуют два принципиально различных подхода к обеспечению заданной интенсивности при проектировании АУП: либо она должна обеспечиваться факелом распыла единственного диктующего оросителя, либо в среднем превышать нормативную интенсивность на всей защищаемой площади и диктоваться несколькими ближайшими оросителями в наиболее проблемной зоне. Первый подход действует в Российской Федерации с 2009 г. и Республике Беларусь с 2016 г., второй подход широко используется в зарубежных стандартах, а также, что примечательно, успешно применялся ранее в советских методиках гидравлического расчета (далее – МГР) АУП.

Выполнение действующей в Республике Беларусь МГР АУП, в которой нормативная интенсивность I_n создается единственным оросителем, вынуждает завышать расход оросителя – причем настолько существенно, что нормативные расчетные площади пожара пришлось вдвое сократить, дабы обеспечить реалистичный максимальный расход и сохранить разумную энергетику АУП. На практике данный подход ведет к увеличению

числа оросителей и, следовательно, секций, т.е. приводит к удорожанию АУП и снижению ее надежности вследствие усложнения системы. В связи с этим авторами проведен анализ практики проектирования, строительства и эксплуатации АУП, проектирование которых проводилось с использованием отечественной МГР [1]. Анализ выявил существенные недостатки данного подхода:

1. Диаметры распределительных трубопроводов увеличились на 1-2 калибра, что сказалось не только на материалоемкости АУП, но и на инерционности воздушных систем.

2. Требуемый напор водопитателя увеличился до значений, близких к предельно допустимому, что повлекло необходимость строительства повышающих насосных станций в системах, которые могли бы работать от водопроводной сети.

3. Потребовалось уменьшать расстояние между оросителями, из-за чего рядки не вписываются в стандартный шаг пролетов, и расстановка оросителей оказывается не оптимальной и влечет увеличение их количества.

4. Вследствие неоптимальной расстановки оросителей, несмотря на сокращение расчетной площади пожара, увеличивается общий расход ОТВ, что требует строительства резервуаров большего объема.

5. Поскольку число спринклеров в секции нормативно ограничено, то на крупных объектах с увеличением количества оросителей возросло и число секций (направлений при использовании сигнализаторов потока жидкости), а также общая длина трубопроводов.

6. Вследствие увеличения мощности насосов возросла энергоемкость АУП, что повлекло проблемы с энергообеспечением и удорожание резервных дизель-генераторов. С целью сохранения прежней энергоемкости модернизируемых АУП на многих объектах приходится применять воду со смачивателем с установкой дорогостоящих дозирующих устройств.

7. На некоторых объектах, где ранее применялись оросители общего назначения, приходится устанавливать значительно более дорогие оросители спецназначения (ESFR).

8. АУП, принятые в эксплуатацию до 2016 года не соответствуют действующим нормам и при их модернизации необходима практически полная замена оборудования насосной станции, распределительных трубопроводов и оросителей в защищаемых помещениях.

9. Существенным образом усложняется выполнение замены оросителей разных производителей, поскольку при одинаковом коэффициенте производительности фактические характеристики спринклеров различаются.

10. Паспортные эпюры орошения даются до высоты 2,5 м при вертикальной оси факела распыла и при испытательных давлениях, а отличия фактической высоты, угла наклона и давления приводят к существенному изменению интенсивности орошения на расчетной площади.

11. Чрезмерный расход ОТВ увеличивает косвенный ущерб от его воздействия.

В рамках анализа также следует отметить отличия зарубежной методики от отечественной:

- вычисляется минимальный возможный расход каждого оросителя, а не только диктующего;

- выполняется осреднение значения интенсивности орошения для группы из 4 ближайших оросителей;

- разбиение расчетной площади выполняется на различные многоугольники, а не только на прямоугольники и квадраты, что имеет место на реальных объектах при расстановке оросителей с учетом балок, светильников и других препятствий.

- иная классификация помещений;

- нормативные интенсивности орошения отличаются, но близки к указанным в [2] для аналогичных объектов;

- нормативные площади пожара в 2-2,5 раза выше, чем указанные в [2];

- продолжительность тушения пожара для водяных АУП варьируется иначе;

- расчетные площади пожара определяются в благоприятных и неблагоприятных гидравлических условиях работы сети, а не только в наиболее удаленной от водопитателя зоне;

- выполняется точный гидравлический расчет потерь в местных сопротивлениях, а не вводится усредненная добавка;
- детализированы особые требования для специальных опасностей (Early Suppression Fast-Response (ESFR) Sprinkler, Control Mode Specific Application (CMSA) Sprinkler, Control Mode Density/Area (CMDA) Sprinkler);
- имеются указания по подбору оптимальной рабочей точки насоса;
- даны указания по точности вычислений, допустимым невязкам давлений в узловых точках при гидравлическом расчете кольцевых систем.

Если принимать данные отличия, то будет обеспечена рациональная расстановка оросителей, эффективная защита объекта и оптимизация конструкции АУП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ощепков, А.М. совершенствование методики гидравлического расчета спринклерных автоматических установок пожаротушения / А.М. Ощепков, и др. // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – Т.5, № 1. – Минск, 2021. – С 67–80.
2. Пожарная автоматика зданий и сооружений. – Введ. 01.03.2020 (с отменой на территории Респ. Беларусь ТКП 45-2.02-317-2018). – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2019. – 81 с.

УДК 614.842.43.003.54

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ИНФОРМИРОВАНИЯ И ОПОВЕЩЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

Плешков Д.С.

Заводсков Г.Н.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. На территории РФ функционируют различные системы связи и оповещения населения, что помогает минимизировать последствия возникновения ЧС различного характера. Анализ показал «узкие места» систем связи и оповещения населения с целью выбора дальнейшей перспективы развития и модернизации с использованием современных инновационных технических средств.

Ключевые слова: системы связи и оповещения, цифровизация, сеть связи

ANALYSIS OF THE STATE OF INFORMATION AND ALERTING SYSTEMS ON THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Pleshkov D.S.

Zavodskov G.N.

Abstract. On the territory of the Russian Federation, various communication and warning systems are functioning, which helps to minimize the consequences of emergencies of a different nature. The analysis showed the "bottlenecks" of communication and warning systems for the population in order to select the further development and modernization prospects using modern innovative technical means.

Keywords: communication and warning systems, digitalization, communication network.

Экстремальные ситуации в регионах России на постоянной основе экзаменуют практически все ветви и институты государственной власти, и в первую очередь органы исполнительной власти на всех управленческих уровнях, силы и средства МЧС РФ по предотвращению или минимизации возможных разрушительных последствий от ЧС. особое место в системе государственного управления занимают системы связи и оповещения, доведения сигналов и информации до федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и населения. В России функционируют модернизированные 1 федеральная и 4 межрегиональных (в границах федеральных округов), 6 региональных (в границах субъектов Российской Федерации) и 88 территориальных систем централизованного оповещения, много местных (в границах муниципальных образований) и много локальных (объектовых) систем оповещения (в районах размещения потенциально опасных объектов). На рисунке 1 представлена структурная схема оповещения и информирования населения на территории РФ[1].



Рисунок 1 - Система оповещения и информирования населения в РФ

Оповещение сопровождается целенаправленным процессом обеспечивающий оперативное предупреждение и информирование о возможности возникновения и ли возникновении ЧС на конкретно й территории [2]. Способы, средства и порядок оповещения представлены на рисунке 2.

Обзор действующих систем оповещения населения позволил выделить ряд проблем, требующих устранения путем совершенствования готовности и устойчивости функционирования:

- отсутствие местных автоматизированных систем оповещения в сельских местностях;
- изношенность технических средств оповещения (региональные системы оповещения создавались в период с 60-х годов до начала 90-х годов прошлого века);
- недостаточная подготовка оперативного дежурного состава к действиям по оповещению населения в установленные сроки;



Рисунок 2 - Способы, средства и порядок оповещения

- низкий охват населения, особенно сельского (менее 50%), сетью электросирен и мощных акустических устройств, не позволяющий своевременно привлечь внимание населения к электронным средствам массовой информации для передачи экстренных сообщений;

- снижение надежности региональных систем оповещения из-за использования в их составе комплексов технических средств, выработавших три и более установленных эксплуатационных ресурса, не предназначенных для работы на современных цифровых сетях связи и не отвечающих современным оперативным и техническим требованиям;

- отсутствие резерва мобильных средств оповещения в субъектах Российской Федерации;

- превышение к 2021 году установленных сроков эксплуатации комплексов технических средств оповещения федеральной и части межрегиональных систем оповещения;

- отсутствие возможности аппаратно-программного сопряжения действующих систем оповещения, в том числе федеральной и межрегиональных с системами мониторинга природных и техногенных ЧС, цифрового телерадиовещания, сетями мобильной связи и других;

- невозможность интеграции аппаратуры оповещения старого парка (5Ф-88, П-160, П-164, П-166) региональных систем оповещения с системами ОКСИОН, службой коротких сообщений сетей операторов радиоподвижной связи и другими;

- крайне недостаточное финансирование органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации мероприятий по реконструкции систем оповещения и поддержанию их в готовности к применению.

В настоящее время радиотрансляционные сети переходят на цифровой формат вещания, в связи с этим операторы предлагают организовать систему радиофикации объектов с использованием систем широкополосного доступа по оптико-волоконным системам[3]. При помощи оптико-волоконной линии и одного оператора связи можно сразу решить вопросы подключения: радиофикации, оповещения ГО и ЧС, телефонизации, интернета и телевидения, на любом объекте[4].

Возможности современной цифровизация по развитию мультисервисных сетей связи, перевод теле- и радиовещания на «цифру» позволит модернизировать существующие системы оповещения на всех уровнях управления.

Проведенное исследование определило направления модернизации некоторых систем оповещения и информирования населения Российской Федерации при возникновении ЧС с применением современных инновационных технических средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (с изменениями на 8 декабря 2020 года). (Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 08.12.2020, N 0001202012080096).

2. Федеральный закон от 07.07.2003 № 126-ФЗ «О связи». (с изменениями на 8 декабря 2020 года). (редакция, действующая с 1 января 2021 года).
3. Указ Президента Российской Федерации от 13 ноября 2012 № 1522 «О создании комплексной системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций». <https://digital.gov.ru/ru/documents/3786/>
4. Приказ МЧС России № 578, Минкомсвязи России № 365 от 31.07.2020 «Об утверждении Положения о системах оповещения населения». <https://ppt.ru/docs/prikaz/mchs/n-578-240516>.

УДК 614.8.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ НА ТЕРРИТОРИАЛЬНУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ РЕСПУБЛИКИ

Рагимов Э.Б., Гурбанова М.А.

Гаджизаде Ф.М.

Академия МЧС Азербайджанской Республики

Аннотация. В статье анализируется необходимость изучения влияния стихийных бедствий (СБ) на территориальную организацию промышленных комплексов в Азербайджане, статистического анализа стихийных бедствий повредивших промышленные комплексы, рассматриваются вопросы анализа и оценки возможного ущерба с общего аспекта повторения СБ.

Ключевые слова: стихийные бедствия, промышленный комплекс, ущерб.

Abstract. The paper analyzes the necessity to study the impact of natural disasters on the territorial organization of industrial complexes in Azerbaijan, statistical analysis of natural disasters that damaged industrial complexes, and questions of analysis from a general perspective and the assessment of damage as the result of the reiteration.

Keywords: Natural disasters, industrial complex, damage

Одной из важных отраслей в Азербайджане является промышленность. На протяжении многих лет в районах где сосредоточены крупные промышленные предприятия СБ причиняют разрушения, создают множество трудностей и наносят большой ущерб экономике. Эти трудности прежде всего связаны с нерациональным использованием природных ресурсов, их истощением и безразличием людей к естественным процессам, происходящим в окружающей среде. В связи с тем, что промышленные районы сочетают в себе объективную закономерность и специфические особенности территориальной организации крупнейших и ведущих отраслей материального производства (в соответствии с природными, экономическими и социальными условиями Азербайджанской Республики) наступление СБ создает еще большие проблемы. В настоящее время в Азербайджане зарегистрировано 2511 промышленных предприятий, из которых 373 или до 15% работают

в условиях риска СБ, которые варьируется в зависимости от отраслевых и региональных особенностей промышленности.

В результате пожаров, возникших на месторождениях нефти и газа, сильных ветров и ураганов, природных и техногенных аварий на нефте-газопроводах Нефтегазодобывающей промышленности республики ежегодно наносится ущерб, в среднем в 2,5–3,0 миллиона манатов. Возникновение СБ на территориях сосредоточения топливно-энергетической отрасли создает определенные трудности и для других областей экономики. В настоящее

время в эксплуатации находятся 54 из 67 нефтегазовых месторождений на суше и 18 из 28 морских нефтегазовых месторождений которые периодически подвергаются СБ.[1]

Если обратить внимание на статистику аварий происшедших на морских платформах и эстакадах по добыче нефти в Азербайджане за последние годы можно заявить что не было более серьезного события, чем событие, которое произошло 4 декабря 2015 года. Гигантские волны, вызванные сильным ураганом, пробили опорную трубу подводного газопровода, работающего под давлением 110 атмосфер, на глубоководном основании № 10 месторождения «Гюнешли» Государственной Нефтяной Компании Азербайджана (SOCAR), в результате чего был поврежден трубопровод и возник сильный пожар. Отмечалось, что на горящей платформе было 30 скважин. При этом было установлено, что 2 из них не работали, а 21 из работающих скважин были нефтяными и 7 газовых. В результате СБ произошла капиталопотеря в значительном объеме. До момента тушения газовых скважин в сутки сжигалось 1 млн м³ газа при добывали 1 миллиона м³ газа в день. Учитывая, что пожар не удалось потушить более 40 дней, с того времени по сегодняшний день произошла потеря более 40 миллионов м³ газа. А потери нефтяных скважин были немногочисленными. После тушения пожара скважины на платформе были закрыты, а в результате стихийного бедствия экономике республики причинен ущерб в миллионы мана.[5].

Таблица 1.1

Число действующих промышленных предприятий по экономическим районам в Азербайджане и подверженность их тихийным бедствиям

	Названия экономических районов	Число действующих предприятий	Число промышленных предприятий, потерпевших ущерб	Доля экономических районов в промышленных предприятиях, понесших общий ущерб в %
1	Нахичеванская АР	135	11	3
2	Апшеронский ЭР	1432	185	49,6
3	Гянджа-Газах	269	35	9,4
4	Шеки-Закатала	113	31	8,3
5	Ленкорань-Астара	75	15	4
6	Губа-Хачмаз	79	22	5,9
7	Аран	339	62	16,6
8	Верхний Карабах	29	2	0,5
9	Нагорный Ширван	40	10	2,7
	По всей республике:	2511	373	100

На современном этапе развития Азербайджанской Республики электроэнергетика имеет большое стратегическое значение в укреплении ее суверенитета и повышении материального благосостояния народа.

ГЭС - один из энергокомплексов нашей Республики, подверженных стихийным бедствиям и работающих под большим риском. Реки обладают большими гидроэнергетическими ресурсами для создания ГЭС, вместе с тем большинство из них находятся в режиме селей и наводнений. Общий гидроэнергетический запас рек Азербайджанской Республики рассчитан в 5,5 млн. кВт, что составляет 24% гидроэнергетических ресурсов региона Южного Кавказа.

Решение, подписанное Президентом Азербайджанской Республики 21 декабря 2011 года, имеет огромное значение для возобновления деятельности большинство бывших малых ГЭС - «Шеки», «Губа», «Гусар», «Чичекли» (Зурнабад), «Муган», «Зейхур», «Нугади», «Балакен», «Чинарлы», с учетом стихийных бедствий, распространенных в настоящее время по территории Республики. Также, учитывая местные природные условия, безопасность населения и экономики от стихийных бедствий, можно получить электроэнергию от солнца, ветра и из запасов геотермальной воды, которые оцениваются в 60 миллиардов наравне с тонной условного топлива

Основным источником гидроэнергетических ресурсов является бассейн реки Кура, который обеспечивает 40% общих гидроэнергетических ресурсов республики. Здесь на 1 км реки приходится 1300 квт энергии. Потенциальные гидроэнергетические ресурсы Азербайджана оцениваются в 37 млрд Квт/час. Однако из-за высокого риска стихийных бедствий на реках, подверженных наводнениям, и низкого использования технических ресурсов против них, пока еще возможно использовать только 16 млрд квт/час.[2]

Металлургический и машиностроительный комплекс - одна из отраслей, пострадавших от стихийных бедствий, занимающая важное место в промышленной структуре Азербайджанской Республики. Доля металлургии в отраслевой структуре производства промышленной продукции республики, составляет в настоящее время 1,8%, промышленно-производственные фонды - 441,3 млн. манат, объем промышленной продукции - 300,7 млн. манат, и прямо или косвенно страдают от стихийных бедствий.[1]

Машиностроительный комплекс в Азербайджане отличается друг от друга по структуре, размещению и развитию. После обретения Азербайджанской Республикой независимости возникли большие проблемы в развитии ее машиностроительной отрасли. Эти проблемы, нарушение производственных отношений Азербайджана с другими странами и финансовой системы с момента обретения независимости, ослабление материально-технического обеспечения, трудности с получением сырья и износ основных фондов в результате высокой энергоемкости ряда машиностроительных предприятий, различных природных и техногенных процессов, разрыв межотраслевых и внутриотраслевых связей, а также снижение вложения инвестиций в эту отрасль нарушили гармонию работы предприятий и поставили их в затруднительное положение. Поэтому путем защиты функционирующих в республике машиностроительных предприятий от стихийных бедствий и техногенных аварий, а также путем расширения предпринимательства и привлечения инвестиций можно добиться более быстрого развития и повышения рациональности этого сектора.

Принимая во внимание проведенные анализы, можно сделать вывод, что для увеличения темпов развития промышленных комплексов в стране и защиты данной территории от стихийных бедствий необходимо учитывать следующее:

- Основное внимание в развитии машиностроительного комплекса Азербайджана следует направить на развитие нефтегазодобычи и нефтяного машиностроения, которое является исторически специализированной отраслю, для защиты этой отрасли от всякого рода природных и техногенных аварий, и доставки производимой им продукции до мировых стандартов, правильно управляя ими в территориальной организации производства;

- нахождение в центре особого внимания государства защиты от стихийных бедствий и управление нефтяным машиностроительным комплексом в перспективах развития Республики;

- с учетом защиты от стихийных бедствий и управления предприятиями нефтяного машиностроения, имеющих стратегическое значение для страны, государство должно оказывать активную помощь его реконструкции с целью повышения качества продукции отраслей до уровня мировых стандартов;

- для развития машиностроительных предприятий с учетом защиты от стихийных бедствий и управления ими, необходимо создать широкий спектр условий для строительства новых промышленных сооружений и объектов и вложения инвестиций иностранными фирмами;

- разработка программ для защиты специализированной нефтегазодобывающей промышленности, имеющей стратегическое значение для Азербайджана, от всякого рода стихийных бедствий и техногенных аварий и рационального использования ее продукции;

- нахождение в постоянном внимании государства защиты нефтегазодобывающей промышленности от стихийных бедствий и правильное управление ею в перспективах социально-экономического развития республики;

- поиск путей обеспечения рационального использования энергетических ресурсов и управление с учетом фактора стихийных бедствий ввиду обеспечения энергетикой научно-технического прогресса в отдельных районах, регионах и странах, наряду с другими хозяйствами;

- ТЭС являются одним из ведущих секторов электроэнергетической промышленности Азербайджана, и для обеспечения устойчивого развития этого сектора, наряду с высокими

научно-техническими достижениями, необходимо использовать передовые методы и средства в направлении снижения в нем риска стихийных бедствий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Paşayev N.Ə. Təbii fəlakətlərin iqtisadi və sosial-coğrafi öyrənilməsi. Bakı: "Elm", 2004, 123-168 səh. (N.A.Babaxanov ilə müştərək)
2. Nəbiyev N.Ə. İqtisadiyyat, cəmiyyət və ekoloji mühit. Bakı 2000
3. Paşayev N.Ə. Azərbaycan ərazisində təbii fəlakətlərin idarə olunması // ACC əsərləri, XI cild. Bakı: 2007,
4. Səlimova N.Ə., Ayralova T.İ. Sənaye təhlükəsizliyi. Bakı 2014
5. Azərbaycanın sənayesi-2012, DSK. Bakı: 2013. 332 səh
6. Azərbaycan Fövqəladə Hallar Nazirliyinin 2006-2018-ci illər materialları
7. Mirzəyev A.B., Sıxəliyev F.B. Abşeron yarımadası və Xəzər dənizinin Azərbaycan sektorunda yerləşən neft mədən ərazilərinin ekoloji problemləri və onların aradan qaldırılması yolları. Bakı: 2012, 368 səh.
8. www.fhn.gov.az Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası

УДК 614.842.611:844.1-2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУСПЕНЗИЙ КРЕМНИЙ (IV) ОКСИДНЫХ НАНОЧАСТИЦ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ ДРЕВЕСНОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Сабиров Э.Э.

Махкамов Н.Я., кандидат технических наук, доцент
Курбанбаев Ш.Э., доктор технических наук

Академия МЧС РУз

Аннотация. В статье изложены результаты работы по изучению вязкости жидко содержащей суспензии, образующейся в результате водного разделения кремния (IV) оксида и влияния суспензий бентонит-SiO₂ на воспламеняемость пропитанных образцов древесины. В конце работы были подготовлены сравнительные диаграммы, проведен анализ полученных результатов и даны выводы.

Ключевые слова: наночастица, дисперсионная частица, вязкость, кремния (IV) –оксида, суспензия, агломерация, пьезоэлемент, реометр, керамическая трубка, диспергирование, высококонцентрированная суспензия.

STUDY OF THE INFLUENCE OF OBTAINING SUSPENSIONS SILICON (IV) OXIDE NANOPARTICLES AND THEIR INFLUENCE ON FLAMMABILITY OF WOOD-CONTAINING MATERIALS

Sabirov E.E.

Mahkamov N.Y., PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Kurbanbaev Sh.E., Grand PhD in Technical Sciences

Abstract. The article presents the results of research work on the study of the viscosity of a liquid-containing suspension formed as a result of water separation of silicon oxide (IV) (Aerosil 380) and the effect of bentonite-SiO₂ suspensions on the flammability of impregnated wood samples. At the end of the research work, comparative diagrams were prepared, the results were analyzed and conclusions were drawn.

Keywords: nanoparticle, dispersion particle, viscosity, silicon (IV) - oxide (aerosil 380), suspension, agglomeration, Piezo element, ceramic tube, dispersion, highly concentrated suspension.

Активный интерес к суспензиям с наночастицами возник в конце XX века, и по сей день этот интерес растет. Наночастицы обладают рядом специфических свойств, которыми не обладают макроскопические дисперсные частицы в силу их малой размерной емкости [1]. Одной из особенностей наночастиц является то, что после добавления его воду происходит увеличение вязкости.

Для проведения исследований были отобраны наночастицы кремния (IV)–оксида. В воду вводили наночастицы кремния (IV)–оксида в количестве 0,1; 1,0; 5,0 и 10,0 г от массы воды. Полуготовые суспензии, диспергировании в ультразвуковом автоматическом дезинтеграторе типа УД-11 (Ultrasonic desintegrator type) и доводили суспензии до готового состояния. Каждую суспензию подвергали диспергированию в течение 30 минут.

Известно, что наночастицы кремния (IV)–оксидов находятся в процессе агломерации в воде, смесь для разложения агломератов в воде диспергируется. Датчик диспергирующего устройства (элемент Пьезо) позволяет электрическому току превращаться в механическую волну, и в этом порядке делается первый шаг для измерения вязкости суспензии.

Для измерения вязкости дисперсных суспензий был выбран прибор реометр РС-600. Для проверки работоспособности прибора РС-600 была исследована вязкость воды и проведено сравнение с данными, представленными в литературе [2-4]. После совпадения данных, сведениями с литературными данными начиналась проведение исследовательской работа по изучению вязкости суспензии.

Для проведения исследовательских работ с использованием прибора реометр РС-600 был выбран цилиндр ДГ-41, предназначенный для измерения вязкости суспензий с низкой вязкостью, и этот цилиндр первоначально подвергался воздействию 6,1 грамма суспензии в первом сосуде (допустимое количество, помещаемое на цилиндр ДГ-41, составляет 6,1 г) и вязкость этой суспензии в зависимости от температуры была измерена при 30, 40 и 50⁰С, а также при каждой температуре измерения повторялось 3 раза в течение 10 минут.

Результаты, полученные в ходе исследования, были включены в программу RheOMinJobManager. В программе был установлен диапазон скоростей от 300 до 3000 м/с, время измерения 600 секунд (10 минут).

Остальные эксперименты проводились по аналогичной схеме.

Результаты, полученные после завершения исследования, были скопированы из RheOMinJobManager в MicrosoftOfficeExcel и OriginPro 8, а на основе результатов эксперимента была составлена сравнительная таблица (табл. 1) и сравнительная диаграмма (рис. 1).

Таблица 1. Влияния наночастиц SiO₂ на вязкость воды

№ п/п	Температура воды, °С	Вязкость суспензии				
		вода	0,1% ный SiO ₂	1,0% ный SiO ₂	5,0% ный SiO ₂	10% ный SiO ₂
1	30	0,79636	0,79342	0,79201	1,08263	1,49713
2	40	0,70001	0,65061	0,73391	0,88677	1,26442
3	50	0,55486	1,75448	0,57263	0,71794	1,08156

Если проанализировать полученные результаты исследования, то можно сделать вывод, что вязкость 0,1 и 1,0% суспензий почти такая же, как вязкость воды, но вязкость 5,0% суспензий при 30⁰С температуры в 1,37 раза выше вязкости воды, 40⁰С температуры в 1,26 раза и при температуре 50⁰С 1,29 раза выше. В исследовании установлено что, при 10% вязкости четырех оксидов кремния по сравнению вязкости с водой при температуре 30⁰С в 1,88 раза, при температуре 40⁰С в 1,80 раза и при температуре 50⁰С в 1,96 раза выше.

Теоретически, если исследовать проведенный эксперимент, то чем больше количество оксида кремния IV содержится в воде, тем больше вязкость полученной смеси.

На основе вышеописанных экспериментов были проведены исследования по получению суспензий, содержащих наночастицы оксида кремния (IV). Кроме того, исследовано оценка свойств суспензии по прекращению процессов горения веществ и материалов на основе свойств поверхностей и вязкости при различных температурах.

Оценка эффективности полученных суспензий проводилась следующим образом, который был вновь разработан в результате исследований [5].

Эксперименты проводились с использованием прибора "керамическая труба" по ГОСТ 12.1.044-89. Использованы стандартные образцы древесины (гречиха), размеры которых составило 150x60x30 мм. Были взяты два стандартных сосуда одинакового объема. Обе емкости были заполнены в равных количествах рабочими жидкостями: одна-обычной водой, другая-высококонтрированными суспензиями нового состава. Приготовленными суспензиями обрабатывали в течение 10 минут. Горючесть контрольных и опытных образцов определяли в керамической трубе.

Результаты испытания образцов от повышения температуры и воздействия х воспламенения, а значения регулируемого времени определялись и отражены на графике, показанном на рис. 2.

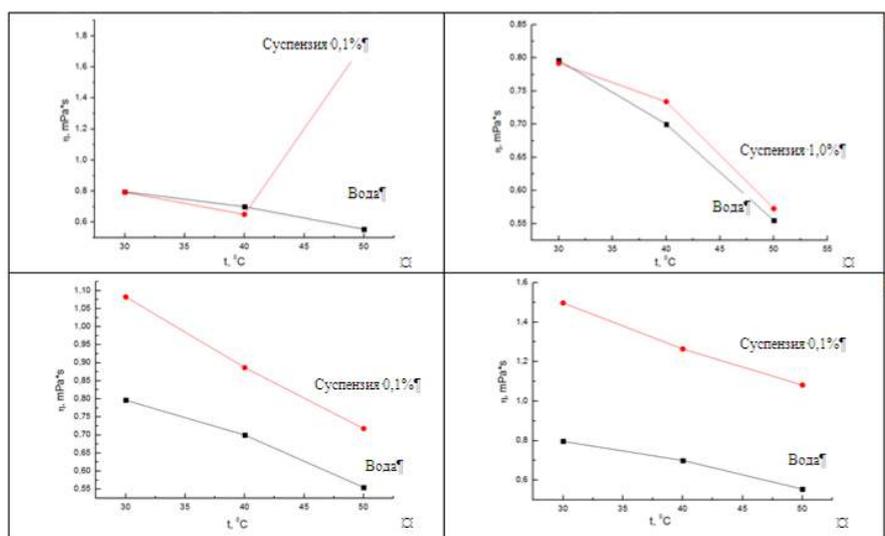


Рис.1. Зависимость вязкости суспензии SiO₂ (аэросила 380) от температуры

Первый деревянный образец, помещенный в воду на 10 минут на графике (рис.2), где температура теплового потока, выходящего из керамической трубы, со временем наблюдения, сгорел в после 3 минут (рис. 1-кривая), а второй деревянный образец, помещенный в высококонцентрированную суспензию, начал гореть через 26-28 минут, из этого следует, что наночастицы кремния оксида и бентонит содержащая суспензия дает огнестойкости древесины.

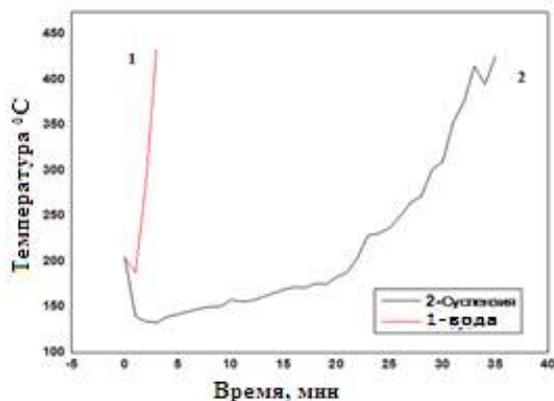


Рис.2. Время горения образца древесины, взаимосвязь теплового потока и время наблюдения температуры

Таким образом, полученные наночастицы SiO₂ и бентонит содержащие суспензии обладают следующими преимуществами:

- оригинальность и универсальность состава (может применяться в виде сухих и высококонцентрированных суспензий);

- гораздо эффективнее обычной воды;
- не требует специальных требований или сложных методов, необходимых для применения;
- имеется достаточное количество сырья и сложных технологий для его приготовления не требуется;
- обработанный горючий материал наночастицами на основе кремния IV оксида обладает свойствами предотвращать возникновение повторного горения;
- наночастицыоснове кремния IV оксида считается безвредным веществом и не загрязняет окружающую среду и под воздействием высокой температуре разлагается и выделяет газы которые отрицательно не влияет на здоровья человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Ponomarev, M. Iudovich. Multi-layered carbon nanoparticles of the fulleroid type.US Grant 9090752B2, July 28, 2015.
2. Курбанбаев Ш.Э., Муллаянов Ш.Р., Уразбаев Н.К. Глина как сырье для получения пожаробезопасных материалов // Пожарная безопасность. – Ташкент, 2014. –№9. – С. 11-13.
3. Sharovarnikov A.F., Korol’chenko D.A. Fighting fires of carbon dioxide in the closed buildings // Applied Mechanics and Materials.—2014.—Vol. 475–476.—P. 1344–1350.doi:10.4028 / www.scientific.net /AMM.475-476.1344.
4. Иванников В.П., Ключ П.П., Справочник РТП.-М.: Стройиздат, 1987 г.
5. Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области пожарной безопасности. Сборник тезисов докладов материалов международной научно-практической конференции.Москва, 18-19 октября 2018 г. 433-435 стр.

УДК 351.814

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ УТИЛИЗАЦИИ ПЕСТИЦИДОВ

Сафонов А.А.

Касперов Г.И., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы, связанные с обеспечением безопасности при применении ядохимикатов. Приведены результаты исследований по правовому регулированию работ по утилизации пестицидов.

Ключевые слова: пестициды; безопасность; правовые акты.

REGULATION OF PESTICIDES DISPOSAL

Safonov A.A.

Kasperov G.I., PhD, Assotiate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The article discusses topical issues related to the safety of pesticides application. The results of the pesticides disposal regulation research are presented.

Keywords: pesticides; safety; legal acts.

Для химической защиты культур и растений в сельском и лесном хозяйстве от сорняков и вредителей, в развитых странах мира после Второй мировой войны, широкомасштабно применялись пестициды. Однако ядохимикаты уничтожали не только вредителей, но и полезные микроорганизмы, необходимые для роста и развития сельскохозяйственных и лесных культур. Кроме того, пестициды, распространявшиеся по воздуху и водными путями, наносили вред популяциям птиц, млекопитающих и рыбы. В 1986-1990 годах в 259 сельскохозяйственных районах девяти республик бывшего СССР было проведено масштабное обследование состояния здоровья жителей. Результаты показали, что заболеваемость детей в возрасте до 14 лет в районах интенсивного применения пестицидов более чем в два раза превышала заболеваемость в районах с минимальной пестицидной нагрузкой.

В виду не полного использования пестицидов в лесной и сельскохозяйственной отраслях народного хозяйства произошло накопление разных видов пестицидов в складах. С целью защиты населения и территорий, обитателей дикой природы от последствий применения и хранения пестицидов производили их захоронение. Длительный срок хранения и внешнее воздействия приводили к нарушению герметичности упаковки агрохимикатов и проникновения их в грунтовые воды.

В настоящее время наиболее радикальной и действенной мерой обеспечения экологической безопасности является ликвидация захоронения с безотходной утилизацией ядохимикатов и захоронения или с транспортировкой в другое место.

Для обеспечения безопасности проживания населения, снижения экологического риска загрязнения окружающей среды и предупреждения возможных чрезвычайных ситуаций, исполнения положений Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях на государственном уровне приняты правовые акты:

- Национальный план выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, на 2007-2010 годы и на период до 2028 года, утвержденный Указом Президента от 12 июня 2007 г. № 271;

- Национальный план выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по реализации положений Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, в 2011 - 2015 годах, утвержденный Указом Президента Республики Беларусь от 27 июня 2011 г. № 271;

- Закон Республики Беларусь от 20 июля 2007 года № 271-3 «Об обращении с отходами»;

- Закон Республики Беларусь от 6 июня 2001 года «О перевозке опасных грузов»;

- Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 ноября 1992 года № 721 «О присоединении Республики Беларусь к международным договорам, регламентирующим перевозку грузов в международном автомобильном сообщении» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29 марта 2005 года);

- ТКП 17.11-09-2014 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Правила обращения с непригодными пестицидами;

- «Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом в Республике Беларусь» (Постановление МЧС Республики Беларусь от 8 ноября 2004 г. № 38, Изменения и дополнения: Постановление МЧС Республики Беларусь от 5 февраля 2008 г. № 11 нац. реестр № 8/18249 от 25.02.2008 г.);

- «Правила обращения с непригодными пестицидами» (постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 3 февраля 2005 г. п 5/6, Нац. реестр от 30 марта 2005 г. № 8/12341);

На заседании Комиссии по чрезвычайным ситуациям при Совете Министров Республики Беларусь (протокол № 33/18пр от 12 сентября 2007 года п.2.10) принято решение, которым Минсельхозпроду совместно с НАН Беларуси, Минприроды, другими заинтересованными организациями поручалось организовать разработку технологий проведения работ по вскрытию захоронений ядохимикатов, их переупаковке,

транспортировке к местам хранения и утилизации. Данное поручение до настоящего времени в полной мере не выполнено.

В рамках написания магистерской работы проводим исследования по разработке методического обеспечения проведения работ по вскрытию захоронений ядохимикатов, их переупаковке, транспортировке к местам хранения и утилизации на территории Гомельской области. На территории Гомельской области, в северной части Петриковского района, расположено захоронение непригодных пестицидов (до г. Петриков -42 км, до г.п. Октябрьский - 8,0 км) Захоронено: 4843 тонны (ориентировочно). Утилизация начата с 2008года. Вывезено и утилизировано около 2тыс. тонн. На Петриковском захоронении, крупнейшем в республике, систематические экологические наблюдения ведутся ежегодно, начиная с 2003 года. За весь период наблюдений наибольшая миграция ядохимикатов в подземные воды происходит постоянно на участках наблюдательных скважин, расположенных вблизи траншей с пестицидами. Наличие пестицидов в грунтовых водах у д. Затишье свидетельствует, что за многолетний период существования захоронения пестициды достигли основной дрены подземных вод в районе русла р. Птичь.

В связи с этим есть необходимость в разработке «Методических рекомендаций по вскрытию, извлечению, переупаковке и транспортировке непригодных пестицидов».

УДК 614. 8

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ОПТИМИЗАЦИЕЙ КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ И ПРОТЯЖЕННОСТИ ШЛЕЙФА

Серяк А.И.

Антошкин А.А., кандидат технических наук

Университет гражданской защиты Украины

Аннотация. В работе рассматривается возможность использования методов геометрического проектирования для решения задачи формирования шлейфов систем пожарной сигнализации с оптимизацией количества пожарных извещателей и длины проводных соединений.

Ключевые слова: пожарный извещатель, шлейф пожарной сигнализации, проектирование, оптимизация, задача покрытия.

FORMALIZATION OF THE PROCEDURE FOR DESIGNING FIRE ALARM SYSTEMS WITH OPTIMIZATION OF THE NUMBER OF FIRE DETECTORS AND THE LOOP LENGTH

Sieriak O.I.

Antoshkin O.A., PhD in Technical Sciences

Abstract. The possibility of using geometric design methods was considered to solve the problem of forming loops of fire alarm systems with optimization of the number of fire detectors and the length of wire connections.

Keywords: fire detector, fire alarm loop, design, optimization, coverage task.

Условия рыночной экономики диктуют свои условия при организации системы автоматической противопожарной защиты объектов. И один из параметров, который существенно влияет на принятие окончательного решения, является итоговый бюджет,

который необходимо выделить на выполнение запланированного объема работ. Однако, даже для систем, структура которых четко регламентируется нормативными документами, есть возможность снизить их стоимость.

Одним из путей снижения затрат собственников объектов на системы автоматической противопожарной защиты, может стать оптимизация их состава без нарушения требований нормативных документов. И если системы автоматического пожаротушения – это оборудование, которое чаще монтируется либо на крупных объектах, либо на объектах, которые представляют особую пожарную опасность, то системами пожарной сигнализации (СПС) [1] должны быть оснащены даже небольшие по площади объекты. Кроме того, системы пожарной сигнализации часто выполняют функции побудительной системы для систем автоматического пожаротушения. Поэтому возможность оптимизации состава именно таких систем является актуальной задачей.

Решению задачи оптимального размещения пожарных извещателей (ПИ) уделялось внимание в многих работах. Так в работах [2-4] авторы оптимизируют решетчатое четырехугольное размещения ПИ. Случайное размещение сенсорных датчиков в области рассматривалось в работе [5]. В работах [6, 7] было показано, что для решения задачи размещения ПИ могут быть использованы методы геометрического проектирования, а сама она может быть формализована как задача покрытия [8] произвольной области кругами.

Вышеприведенные примеры указывают на то, что попытки оптимизировать количество входящих состав системы датчиков (в том числе и для систем пожарной сигнализации) предпринимались неоднократно. При этом попыток решить совместную оптимизационную задачу покрытия области кругами с минимизацией длины ломаной, соединяющей центры этих кругов, не было. Поэтому задачей данной работы является разработка математической модели совместной процедуры размещения ПИ и трассировки шлейфов пожарной сигнализации.

При трассировке проводных соединений в СПС важен учет технологических ограничений, так как используются два основных вида проводных соединений: кольцевое с большим количеством датчиков и радиальное, когда из одной точки (места установки прибора приемо-контрольного пожарного) может исходить несколько шлейфов с ограниченным количеством датчиков на каждом.

Первая задача является классической задачей коммивояжера. Задачу построения шлейфа СПС с радиальной топологией можно представить в виде варианта задачи маршрутизации (без возвращения в стартовую точку), если интерпретировать точки установки ПИ как пункты доставки с потребностью в 1 единицу груза и ограничить грузоподъемность транспорта максимальным количеством датчиков в шлейфе.

При постановке совместной задачи проектирования шлейфов СПС с оптимизацией количества ПИ и длины проводных соединений, следует учесть то, что в состав математической модели будут входить многочисленные ограничения как нормативного так и технологического характера, которые существенно усложняют математическую модель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Христич В.В. Системи пожежної та охоронної сигналізації / В.В. Христич, О.А. Дерев'янка, С.М. Бондаренко, О.А. Антошкін. – Харків: Академія пожежної безпеки України, 2001. – 87 с.
2. Бабуров В.П., Колосов И.С., Пранов Б.М. Размещение автоматических пожарных извещателей с учетом степени перекрытия защищаемой площади // Пожарная техника, тактика и автоматические установки пожаротушения. М : ВНИИПО. 1975. С. 118–123.
3. Родэ А.А., Рыжов А.М., Яйлиян Р.А. К вопросу о рациональном размещении тепловых пожарных извещателей в помещении // Автоматическое тушение пожаров. М : ВНИИПО. 1975. С. 25-33.
4. Родэ А.А., Борисов В.С., Рыжов А.М. Определение времени срабатывания извещателей, реагирующих на повышение температуры в помещении // Пожарная техника и тушение пожаров. Информационный сборник. М.: Стройиздат. 1974. № 12.С. 88-94.

5. Hall P. Introduction to the Theory of Coverage Processes. John Wiley & Sons Incorporated, 1988. 432 p.
6. Антошкин А. А., Комяк В. М., Романова Т. Е. Особенности построения математической модели задачи покрытия в системах автоматической противопожарной защиты // Радиоэлектроника и информатика. Харьков : ХНУРЭ. 2001. № 1. С. 75–78.
7. Антошкин А.А. Использование методов геометрического проектирования для формализации дополнительных ограничений при решении задачи размещения точечных пожарных извещателей // Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций: материалы VII междунар. науч.-практ. конф., 13–14 октября 2016 г . Кокшетау: КТИ КЧС МВД РК, 2016. С. 8–10.
8. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. Киев.: Наук. думка, 1986. – 268 с.

УДК 614.841.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ОЛИГОМЕРНЫМИ АНТИПИРЕНАМИ

Сиддиков И.И.¹, кандидат технических наук
Нуркулов Ф.Н.², доктор технических наук

¹Академия МЧС Республики Узбекистан

²Ташкентский научно-технический институт химической технологии

Аннотация. В работе рассмотрены результаты исследований для получения новых синтезированных композиций с использованием ортофосфорной кислоты, оксида магния, аммофос, бура в водном растворе, уротропина, меламина и отходов горно-металлургических заводов к древесинным материалам, обладающими обеспечивающих I группу огнезащитной эффективностью согласно ГОСТ 16363-98.

Ключевые слова: олигомерный антипирен. огнезащитные свойства, огнезащитный состав, огнезащитная эффективность, горючесть, самостоятельное горение, тление.

Природа большинства древесных и полимерных материалов такова, что их невозможно сделать полностью пожаробезопасными. Единственное, что можно сделать – это снизить их способность к возгоранию и поддержанию горения. Для этой цели применяются добавки, затрудняющие воспламенение и снижающие скорость распространения пламени – антипирены. В проблеме пожарной безопасности древесинных и полимерных композиционных материалов приоритетное значение имеют собственно огнезащитные средства и их взаимодействие с материалом, с достижением заданного уровня качества.

Нами синтезированы новые полифункциональные олигомерные антипирены марки АДж-10, АДж-11, АДж-12 и АДж-13, на основе фосфор-, металлсодержащих соединений, при совместном введении которых в олигомерные связующие наблюдается синергический эффект.

Получение новых синтезированных композиций огнезащитных добавок для огнестойкости полимерным и древесинным материалам, обладающих высокой огнезащитной эффективностью, стабилизации полимеров, экологически безопасных и экономичных на сегодняшний день является актуальной задачей.

Для получения олигомерного антипирена марок АДж-10, АДж-11, АДж-12 и АДж-13 были использованы ортофосфорная кислота, оксид магния, аммофос, бура в водном растворе, уротропин и меламин, полученные на АО «Узкимёсаноат» и отходов горно-металлургических заводов.

Были изучены физико-химические свойства: плотность, температура плавления, растворимость и кислородный индекс (КИ) в композиции с полиэтиленом высокого (ПЭВД) давления марки F-0220 с олигомерным антипиреном.

Определены, огнезащитные свойства древесины проводили по ГОСТ 16363 «Средства защитные для древесины». Условия в помещении: Температура воздуха – 90°С, атмосферное давление – 721 мм.рт.ст., относительная влажность – 57%. Результаты испытания, потеря массы древесных материалов без добавки и добавками олигомерного антипирена марок АДЖ-10, АДЖ-11, АДЖ-12 и АДЖ-13 представлены в табл. 1; 2; 3; 4 и 5.

Таблица 1-Испытания на горючесть древесного материала без добавок олигомерного антипирена

№	Время, с			Масса, г		Потеря массы		
	Подачи источника зажигания	Самостоятельного горения	Тления	До испытания	После испытания	грамм	%	
1	120	368	137	151,22	51,81	99,41	65,74	
2	120	350	143	152,28	51,47	100,81	66,20	
3	120	355	135	125,02	48,23	76,77	64,45	
В среднем:								64,45

Огнезащитный состав, нанесенный на образцы деревянных брусков под номерами № 1, 2, 3 (1), не обеспечивает огнезащиты древесины. Огнезащитный состав, нанесенный на образцы деревянных брусков марок антипиренов АДЖ-10, АДЖ-11, АДЖ-12 и АДЖ-13 (табл. 2; 3; 4.; 5), обеспечивает получение трудновоспламеняемой древесины и относится к первой группе огнезащитной эффективности по ГОСТ 12.1.044-89.

Действие антипиренов основано на том, что при наличии их определенной концентрации в древесине, они препятствуют ее горению без источника пламени. При воздействии огня на древесину происходят различные физико-химические процессы, на которые и оказывают огнезащитное действие антипирены.

Исследования огнезащитной эффективности проводились на деревянных элементах. Нанесение состава на обрабатываемую поверхность осуществлялось методом пульверизации. Нанесение производилось послойно (2 слоя). За один прием наносилось 200 г/м² состава. Интервал между обработками составил не менее 12 часов. На 1 м² обрабатываемой поверхности древесины по теоретическому расчету расходовалось 1000 г такого состава, без учета потерь. Результаты исследования составов АДЖ-10 показали, что в среднем потеря массы образца составила 6,9%, то есть огнезащитный состав обеспечивает I группу огнезащитной эффективности, согласно ГОСТ 16363-98 (табл.2).

Таблица 2 -Огнезащитная эффективность АДЖ-10

№ образца	Время, сек		Масса, гр		Потеря массы	
	самостоятельное горение	тление	до испытания	после испытания	гр.	%
1	Отсутствует	Отсутствует	135,66	125,84	9,82	7,24
2			139,04	128,59	10,45	7,52
3			136,72	127,58	9,14	6,69
4			134,19	124,88	9,31	6,94
5			138,58	129,13	9,45	6,82
6			136,33	127,43	8,90	6,53
7			134,85	125,62	9,23	6,85
8			136,97	126,46	10,51	7,68
9			133,89	125,39	8,50	6,35
10			137,41	128,37	9,04	6,58
В среднем						6,9

Результаты исследования составов АДЖ-11 показали, что в среднем потеря массы образца составила 8%, то есть огнезащитный состав обеспечивает I группу огнезащитной эффективности, согласно ГОСТ 16363-98 (табл. 3).

Таблица 3- Испытания на горючесть древесного материала с добавками олигомерного антипирена АДЖ-11.

№ образца	Время, сек		Масса, гр		Потеря массы	
	самостоятельное горение	тление	до испытания	после испытания	гр.	%
1	Отсутствует	Отсутствует	137,41	126,22	11,19	8,14
2			133,89	123,49	10,40	7,77
3			136,97	125,63	11,34	8,28
4			138,85	128,23	10,62	7,65
5			138,33	127,46	10,87	7,86
6			138,58	127,86	10,72	7,74
7			134,19	122,76	11,43	8,52
8			136,72	125,8	10,92	7,99
9			139,04	127,75	11,29	8,11
10			135,66	124,83	10,83	7,99
В среднем						8,0

Результаты исследования составов АДЖ-12 показали, что в среднем потеря массы образца составила 7,15%, то есть огнезащитный состав обеспечивает I группу огнезащитной эффективности, согласно ГОСТ 12.1.044-89 (табл.4).

Таблица 4 -Огнезащитная эффективность АДЖ-12

№ образца	Время, сек		Масса, гр		Потеря массы	
	самостоятельное горение	тление	до испытания	после испытания	гр.	%
1	Отсутствует	Отсутствует	135,66	125,84	9,82	7,24
2			139,04	128,59	10,45	7,52
3			136,72	127,58	9,14	6,69
В среднем						7,15

Результаты исследования составов АДЖ-13 показали, что в среднем потеря массы образца составила 8,06%, то есть огнезащитный состав обеспечивает I группу огнезащитной эффективности, согласно ГОСТ 12.1.044-89 (табл.5).

Таблица 5- Испытания на горючесть древесного материала с добавками олигомерного антипирена АДЖ-13.

№ Образца	Время, сек		Масса, гр		Потеря массы	
	самостоятельное горение	тление	до испытания	после испытания	гр.	%
1	Отсутствует	Отсутствует	137,41	126,22	11,19	8,14
2			133,89	123,49	10,40	7,77
3			136,97	125,63	11,34	8,28
В среднем						8,06

Растворы олигомерных композиций проникают вглубь, пропитывая поверхностный слой древесины. После испарения воды-носителя антипирен остается среди волокон клетчатки, благодаря чему создается защитный слой.

Таблица 6 -Влияние пропитки для огнезащиты древесины

Наименование материала	Технология нанесения	Расход, кг/м ²	Группа огнезащитной эффективности
АДж-10	Кистью, валиком, распылением	0,2	I
АДж-11		0,2	I
АДж-12		0,18	I
АДж-13		0,18	I

Огнезащитная эффективность составов АДж-10, АДж-11, АДж-12 и АДж-13, при потере массы составила 6,9%, 8%, 7% и 8% соответственно. Анализ пути совершенствования огнезащитных пропиточных составов, их применение в строительном деле для повышения противопожарной устойчивости конструкций и изделий из древесины показал, что приоритетными являются составы, способные при минимальных затратах обеспечить требуемые параметры огнезащитности, не снизив и не ухудшив при этом эксплуатационные свойства древесины (табл.4.6). Такой широкий спектр требований к современной огнезащите обязывает исследователей постоянно расширять научные изыскания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.А. Самигов, А.Т. Джалилов, И.И. Сиддиков, Ф.Н. Нуркулов, С.К. Жумаев, У.Н. Самигов. Синтез и свойства на основе фосфор, кремний и азотсодержащих олигомерных антипиренов. Пожаровзрывобезопасность. №1. 2018 г. 86-89 бет
2. Балов А. Антипирены без галогенов// России ООО «Полихимгрупп». <http://tcj.ru/archive/antipireny-bez-galogenov/> Химический журнал. Ноябрь 2010. –С. 54-55.

УДК 614.841.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ОЛИГОМЕРНЫМ АНТИПИРЕНАМ

Сиддиков И.И.¹, кандидат технических наук
Нуркулов Ф.Н.², доктор технических наук
Жалилов А.Т.², академик

¹Академия МЧС Республики Узбекистан

²Ташкентский научно-технический институт химической технологии

Аннотация. В статье рассмотрены физико-химические исследования синтезированных новых полифункциональных металлоорганических олигомерных антипиренов марки АДж-10 на основе продуктов взаимодействия азот-, фосфор-, алюминий содержащих соединений и изучены свойства.

Ключевые слова: олигомерный антипирен, пожароопасные свойства, реологические свойства, огнезащитный состав, пожароопасный эффект, горючесть, самостоятельное горение, тление.

В реальных условиях эксплуатации полимерных изделий (в присутствии кислорода воздуха) наряду со свободно-радикальными процессами деструкции макромолекул неизбежны окислительные процессы, которые протекают также по радикальному цепному механизму. Поэтому для замедления старения полимерных материалов необходимы соединения, способные обрывать окислительные цепи путем взаимодействия с пероксидными радикалами, а также разрушать гидропероксиды по реакциям, конкурирующим с процессами вырожденного разветвления цепей.

Полиолефины - высокомолекулярные углеводороды алифатического ряда, получаемые полимеризацией соответствующих олефинов. Из этого класса соединений наибольшее применение получили полиэтилен, полипропилен и многочисленные сополимеры этилена и полипропилена. Полиолефины обладают ценным комплексом свойств: высокими диэлектрическими характеристиками, сохраняющимися в широком интервале температур, химической стойкостью, низкой газо- и влагопроницаемостью, значительной теплоемкостью и в большинстве случаев морозостойкостью, прочностью и т.д.

В строительстве полиолефины используют в основном в качестве гидроизоляционных пленок, напорных и безнапорных труб в системах водоснабжения и канализации, дренажных труб, погонажных и санитарно-технических изделий, фитингов, вентиляционных коробов, греющих опалубок.

Основными недостатками полиолефинов и строительных материалов на их основе являются низкая термостойкость и повышенная пожарная опасность. Они относятся к легковоспламеняющимся материалам, разложение которых протекает без образования коксового остатка: Кислородный индекс, температуры воспламенения и самовоспламенения равны соответственно: 17,4-18,2 %; 325-345 °С и 345-390 °С.

Новые проблемы пожарной безопасности возникают также в связи с ускоренным строительством жилых, производственных и общественных зданий. Вероятность возникновения пожара можно уменьшить, используя в зданиях трудно возгораемые материалы, защищая их специальными противопожарными составами.

Синтезированы новые полифункциональные металлорганический олигомерные антипирены (АП) на основе продуктов взаимодействия азот-, фосфор-, алюминий содержащих соединений, при этом были изучены свойства антипиренов марок АДж-10.

Безгалогенные антипирены многофункционального назначения, содержащие фосфор-, азот и металл органик, являются очень перспективными, особенно с точки зрения экологической безопасности. Основным недостатком является их невысокая эффективность как замедлителя горения.

Полученная композиция была исследована методами электронно-микроскопическими анализами на основе металлорганических олигомерных антипирен и полиэтилена марки F-0220S (ПЭ). Количество антипирен составляет в композиции 30 % от массы полимера.

Последнее обстоятельство вынуждает применения повышенной концентрации (до 10 - 60%) такого АП, что неизбежно ведет к деградации важнейших физико-химических свойств полимера. Результаты этих исследований приведены в табл. 1.

Из данных табл. 1 следует, что применение антипиренов на основе соединений фосфор-, азот приводит к значительной деградации основных эксплуатационных характеристик. В частности, наблюдается понижение значений ПТР_{2,16}; ПТР_{5,0}; ПТР_{21,6}, что указывает на повышение вязкости расплава. Очевидно, это является результатом либо структурирования, либо повышения степени гетерофазности системы из-за высоких концентраций антипирена, выполняющего, в том числе, и функции твердофазного наполнителя. С другой стороны - значительное повышение экстрагируемых низкомолекулярных фракций указывает на увеличение экстрагируемых компонентов антипирена. Видимо, в конкурирующих процессах повышение вязкости расплава за счет твердофазных соединений фосфор-, азот и металл преобладает над возможным эффектом пластификации олигомерными компонентами антипиренов. Однако наиболее важным является изменение физико-механических свойств, обусловленное введением антипиренов. Так, например, композиция ПЭ+АДж-10. Результаты исследования реологических, физико-механических свойств, анализ экстрагируемых низкомолекулярных фракций, огнестойкости приведены в табл. 1.

Таблица 1-Физико-химические свойства композиции ПЭ с фосфор-, азот и металлосодержащим олигомерным антипиреном

№	Состав композиции	ПТР _{2,16} , г/10мин	ПТР _{5,0} , г/10мин	ПТР _{21,6} , г/10мин
0	ПЭ исходный	0,82	3,45	51,5
1	ПЭ+АДж-10. 10%	0,79	3,17	24,5
2	ПЭ+АДж-10. 20%	0,73	2,70	21,7
3	ПЭ+АДж-10. 30%	0,67	2,64	19,8
4	ПЭ+АДж-10. 60%	-	-	-

Реологические свойства композиции ПЭ+АДж-10, оцениваемые значениями ПТР, показывают тенденцию уменьшения. Возможно, это является результатом воздействия АП на матрицу ПЭ или процессов структурирования, следующих за процессами деструкции.

Исследованные композиции в работе служили для получения компаундированных полиолефинов (ПО) на основе полиэтилена высокого давления (ПЭВД) марки F-0220S и наполнитель гидроксид алюминия. В качестве модификаторов в работе использовали азот и фосфор-, азотсодержащую эпоксидный композиции. Модификацию образцов проводили в расплаве. Изменения тонкой химической структуры, модифицированных ПО, изучали методом оптической микроскопии и с помощью электрического микроскопа с элементным анализом. В работе сделана попытка оценить создание высоконаполненных композиций на основе гидроксид алюминий и фосфор-, азотсодержащий эпоксидными композиции марки (АДЖ-14) с полиэтиленом высокого давления марки F-0220S (ПЭВД), который благодаря меньшей себестоимости более привлекателен для использования в высоконаполненных композициях.

Композиционный материал на основе гидроксида алюминия, в качестве композиции использовано фосфор-, азотсодержащей эпоксидный олигомер и полиэтилен высокого давления (ПЭВД).

Оценка реологических свойств, определяемая по показателю текучести расплава (ПТР) показала, что текучесть композиции повышается, но разработанные композиции можно перерабатывать методом литья под давлением (таблица 2).

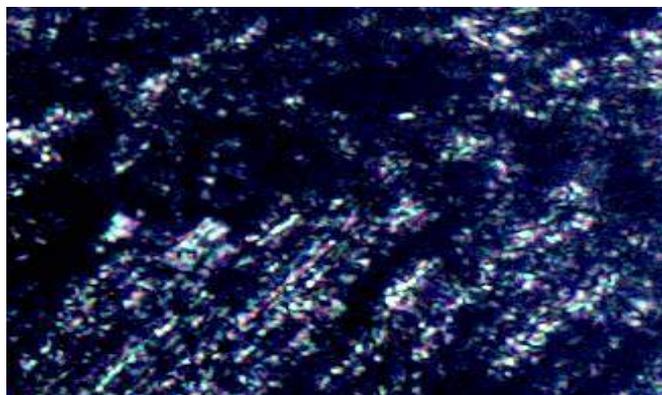


Рисунок 1- Данные электронно-микроскопического анализа

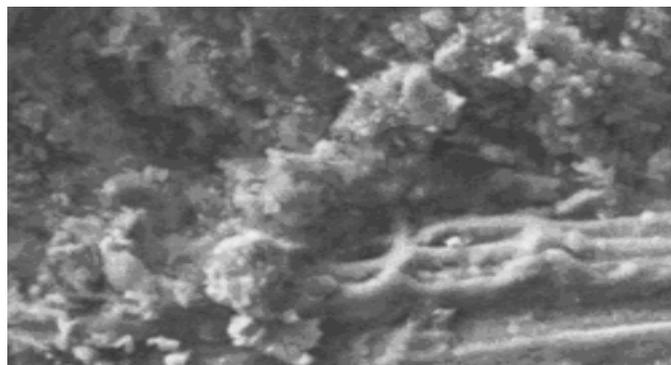


Рисунок 2 – Оптическая микроскопия

Таблица 2- Исследование показателя текучести расплава композиции в зависимости от ее состава

Состав композиции, масс. ч.	Показатель текучести расплава, г/10 мин
ПЭВД	1,5-2,5
ПЭВД+30% гидроксид алюминий	0,6-0,85
ПЭВД + АДЖ-14+30% гидроксид алюминий	0,8- 1,2

Были получены образцы композиций. Эти образцы являются полимерными композициями, содержащими до 30 % металлорганический олигомер.

При увеличении образца, на основе полиэтилена марки F-0220S, в 350 раз с помощью электронной микроскопии, не наблюдается следов примеси на поверхности, но видны

некоторые изменения в сравнении с контрольным образцом, которые объясняются присутствием добавок. На рисунке 2 видно, что на структуре полимерной композиции можно наблюдать расположение и распределение разных элементов в одинаковых слоях. На рисунке показаны результаты электронно микроскопического анализа композиций на основе металлосодержащих олигомеров.

Результаты электронной микроскопии показывают, что композиции, обладают наилучшей смешиваемостью с полимерами. В связи с этим можно сделать вывод, что полиэтиленовая композиция, полученная с добавлением фосфор, азот и металлорганическими олигомерными антипиренами, имеет наилучшие результаты по сравнению с другими композициями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балов А. Антипирены без галогенов// России ООО «Полихимгруп». <http://tcj.ru/archive/antipireny-bez-galogenov/> Химический журнал. Ноябрь 2010. –С. 54-55.
2. А.Т. Джалилов, Н.А. Самигов, И.И. Сиддиков, Ф.Н. Нуркулов. Исследование на основе фосфор-, азот и металл органический олигомерных антипиренов. Пожаровзрывобезопасность. №2. 2018 г. 38-41стр.

УДК 630*652.54:630*43

УЩЕРБ МИРОВОМУ СООБЩЕСТВУ ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Синюков Р.В.

Веремейчик Л.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Белорусский государственный технологический университет

Аннотация. Представлена информация о значении лесов для населения планеты. Указаны причины возникновения пожаров в лесах и ущерб от их возникновения.

Ключевые слова: ценность лесов, статистика лесных пожаров, борьба с пожарами.

DAMAGE TO THE WORLD COMMUNITY FROM FOREST FIRES

Sinukov. R.V.

Veremeichik L.A., Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor

Abstract. Information is provided on the importance of forests for the world's population. The causes of forest fires and the damage caused by them are indicated.

Keywords: forest value, forest fire statistics, fire control.

Леса покрывают почти 1/3 поверхности суши планеты, что составляет 4,06 млрд га, на каждого жителя Земли приходится около 0,52 га леса. Леса являются ключевым ресурсом планеты, обладая не только экономической ценностью, но и выполняя множество экологических и социальных функций, являются одним из важнейших элементов решения проблемы изменения климата. По международным оценкам, в 2020 г. 399 млн га лесов предназначены, в первую очередь, для охраны почв и водных ресурсов, это на 119 млн га больше, чем в 1990 г. Следует отметить, что общие запасы углерода в лесах содержатся в живой биомассе (44 %) и органическом веществе почвы лесов (45 %), остальная часть – в мертвой древесине и лесном опаде. Общие запасы углерода в лесах уменьшились с 668 Гт в 1990 г. до 662 Гт в 2020 г; за этот период плотность накопления углерода немного

возросла – со 159 т до 163 т на гектар, что не может не отразиться на процессах, связанных с изменением климата [1].

В лесах сосредоточена основная часть наземных видов, поэтому сохранение биоразнообразия в мире в абсолютной степени зависит от взаимодействия и использования лесов. Считается, что примерно 424 млн га лесов мира предназначены главным образом для сохранения биоразнообразия. В лесах обитает 80 % видов земноводных, 75 % видов птиц и 68 % видов млекопитающих. Около 60 % всех сосудистых растений произрастают в тропических лесах. Однако темпы увеличения площади лесов, предназначенных для сохранения биоразнообразия, в последнее десятилетие снизились [2].

Леса распределены по земному шару неравномерно, более половины лесов мира приходится всего на пять стран: Бразилию, Канаду, Китай, Российскую Федерацию и Соединенные Штаты Америки, а две трети (66 %) – на десять стран мира. Леса обеспечивают экологически полезную занятость более чем 86 млн человек и являются источником средств к существованию множества других людей. Согласно оценкам, порядка 880 млн человек по всему миру (причем многие из них – женщины) часть своего времени тратят на сбор дров или производство древесного угля в лесах.

Для населения многих развивающихся странах леса являются источником средств существования, от которых самым непосредственным образом зависят возможности использования продуктов питания, получаемых за счет лесных ресурсов, кормов, крова, энергии, а также лекарственных средств. Таким образом, истощение и деградация лесов могут иметь негативные последствия для обеспечения жизнедеятельности и продовольственной безопасности людей.

Леса и деревья за пределами лесов являются составляющими социальных и экосистемных услуг. Во всем мире 186 млн га лесов отведены для обеспечения социальных услуг, таких как отдых, туризм, образование, научные исследования и сохранение объектов культурного и духовного наследия. С 2010 г. площадь лесов, предназначенных для этих целей, ежегодно увеличивалась на 186 000 га, это связано с тем, что в экономике многих регионов мира растет доля доходов населения от таких видов деятельности, как активный отдых и туризм. По оценкам, ежегодное число посещений охраняемых районов, многие из которых заняты лесами, составляет около 8 млрд, а связанные с этим расходы в странах оцениваются примерно в 600 млрд долл. США в год [2].

Леса подвергаются воздействию целого ряда явлений, которые могут отрицательно сказываться на их состоянии и могут снижать их способность обеспечивать полный спектр товаров и экосистемных услуг. В мире с 1990 г., площадь девственных лесов сократилась на 81 млн га, однако принятые меры позволили в период 2010–2020 гг. сократить темпы сокращения таких лесов более чем вдвое по сравнению с предшествующим десятилетием. В настоящее время более 100 млн га лесов подвержены вредоносному воздействию пожаров, вредителей, болезней, инвазивных видов, засух и неблагоприятных погодных явлений.

Каждый год в результате природных пожаров сгорают миллионы гектаров лесов и других видов растительности. По результатам анализа площади лесов мира, пострадавших от пожаров в 2003–2012 гг., было выяснено, что ежегодно пожарами уничтожается примерно 67 млн га [3]. Наибольшее количество лесов пострадало от пожаров в 2015 г. - около 98 млн га лесов, главным образом в тропическом поясе, где в тот год пожарами было уничтожено порядка 4 % площади лесов. Более двух третей общей площади пострадавших лесов пришлось на Африку и Южную Америку. В Амазонии было зарегистрировано 70 000 очагов пожаров, огонь охватил несколько штатов Бразилии. В Индонезии ситуация с лесными пожарами в сентябре 2020 г. была сопоставима с катастрофой 2015 г., когда в атмосферу было выброшено 884 млн т углекислого газа.

За 2016 г. в мире насчитывалось более 300 тыс. случаев возгораний. Ущерб от лесных пожаров исчисляется миллиардами долларов. Только в России огонь уничтожил леса, ущерб оценивается на сумму около 15 млрд. руб. Статистика лесных пожаров за последние 5 лет выделяет ряд наиболее подверженных этому явлению регионов. Самый крупный лесной пожар был отмечен в Канаде – огнем было охвачено 504,4 тыс. га, уничтожено 1921 строение.

Неблагоприятная обстановка сложилась в 2019 г. Финляндии, России, Португалии и Испании. Огнем были охвачены огромные массивы леса также в Америке. К середине августа 2019 г. в Европе было зарегистрировано более 1600 очагов лесных пожаров, что в три раза больше среднего значения за десятилетие, особенно сильными были пожары во Франции и Испании. По данным NASA, начиная с 1950 г. число и площадь пожаров на западе США неуклонно растет, а с 1970 г. наблюдаются так называемые "мегапожары", охватывающие территорию более 40 000 гектаров [3].

Масштабные природные пожары, которые в 2018–2019 годах случились в Австралии, Бразилии, Греции, Российской Федерации и Соединенных Штатах Америки (Калифорния), привели к гибели значительного числа людей и животных, уничтожению имущества и инфраструктуры, а также нанесен огромный экологический и экономический ущерб, как в виде уничтоженных ресурсов, так и в виде расходов по борьбе с ними. Пожарным очень сложно в таких условиях бороться с огнем пока не изменится погода или не прекратится их подпитка горючим материалом.

Самым крупным и наиболее известным пожаром за последние годы является лесной пожар в Австралии: с декабря 2019 года в Австралии погибли 24 человека, 6 числятся в списке пропавших без вести. Оценки погибших животных разнятся от 400 млн до 1,25 млрд особей (в том числе коал), сгорело около 200 жилых домов, тысячи людей вынуждены покинуть свои дома. Со времени начала пожаров, по оценкам специалистов, огонь выжег территории, превышающие 20 млн га [4].

Особенно опасная ситуация складывается в России, ежегодно там регистрируется от 10 до 35 тыс. пожаров в лесах охватывающих площади до 2,5 млн. га. Самые пожароопасные регионы страны: Дальний Восток – Хабаровский и Приморский край; Сибирь. Ежегодно большие массивы лесов уничтожаются огнем в Забайкальском крае, в Иркутской области, в Красноярске и его окрестностях в Поволжье и на Урале. Наиболее ужасающими по охвату территории и приносимому ущербу в России являются лесные пожары в тайге. Огромные площади, занятые лесом, отдаленность крупных населенных пунктов, затруднительные подъездные пути позволяют огню очень быстро набирать силу. Лесные пожары в Сибири считаются самыми масштабными и приносящими наибольший урон. Тушение огня часто приходится вести с помощью авиации.

Причиной большинства пожаров являются люди, но иногда пожары выходят из-под контроля. Необходимыми условиями возникновения природного пожара являются сухая погода, горючий материал и источник возгорания, при этом, по мнению ученых, самым важным и непредсказуемым фактором является погода, поскольку интенсивность пожара и скорость его распространения во многом зависят от климатических условий региона.

Около 90 % оперативно локализуется, на них приходится не более 10 % общей площади пожаров. Система мониторинга атмосферы программы "Коперник" (СAMS), отслеживающая выбросы загрязняющих веществ в результате природных пожаров, фиксирует интенсивные возгорания лесов, огонь от возгорания был хорошо виден на снимках спутников из космоса [1].

В настоящее время для борьбы с лесными пожарами многие страны мира заставляют увеличивать дотации государств на защиту лесных угодий от огня и принимать такие меры, как профилактика лесных пожаров – мероприятия направленные на предотвращение возгорания. Большое внимание уделяется мероприятиям, направленным на защиту населения от лесных пожаров – от оповещения до эвакуации жителей населенных пунктов граничащих с зоной стихийного бедствия. Это позволит уменьшить риск возгораний леса, а в случае его возникновения – сохранить жизни людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глобальная оценка лесных ресурсов 2020 года: основные выводы // Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.fao.org/3/ca8753ru/CA8753RU.pdf>. - Дата доступа: 17.02.2021.

2. Состояние лесов мира: леса, биоразнообразие и люди // Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.fao.org/forest-resources-assessment/ru/>. - Дата доступа: 23.02.2021.
3. Статистика лесных пожаров [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://vawilon.ru/statistika-lesnyh-pozharov/>. - Дата доступа: 23.02.2021.
4. Лесные пожары в Австралии (2019-2020) // Википедия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Лесные пожары в Австралии \(2019—2020\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Лесные_пожары_в_Австралии_(2019—2020)). – Дата доступа: 24.02.2021.

УДК: 614.841+327.7

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СФЕРЕ ЛЕСНОЙ ПИРОЛОГИИ

Синягина Д.И.¹

Талалаева Г.В.^{1,2}, доктор медицинских наук, доцент

¹Уральский институт ГПС МЧС России

²Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина

Аннотация. Охарактеризован рост угроз лесных пожаров в России и мире; перечислены законодательные инициативы МЧС России в области снижения риска ландшафтных и лесных пожаров. На примере деятельности Международной сети модельных лесов описано участие России в решении глобальных проблем лесной пирологии.

Ключевые слова: лесные пожары, МЧС России, международное сотрудничество

FOREST FIRES AND FIRE SAFETY: INTERNATIONAL COOPERATION OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE FIELD OF FOREST PYROLOGY

Sinyagina D.I.

Talalaeva G.V., Grand PhD in Medical Sciences, Associate Professor

Abstract. This article presents data on the growth of forest fire threats in Russia and the world; lists the legislative initiatives that were put forward in 2019-2020 by the leadership of the EMERCOM of Russia in order to reduce the risk of landscape forests and toughen the responsibility for their occurrence, for example on the activities of the International Model Forests Network.

Keywords: forest fires, EMERCOM of Russia, international cooperation

Лесные пожары являются серьезной проблемой национального и международного уровня безопасности. МЧС России проводит большую организационную работу по предотвращению, тушению лесных пожаров на территории Российской Федерации, а также по взаимодействию с национальными службами спасения других стран и международных организаций. Последние годы деятельность в сфере лесных пожаров (лесной пирологии) значительно активизировалась. Ярким примером этого является законодательные инициативы, сформулированные специалистами министерства, активно обсуждаемые и реализуемые на уровне федеральных, региональных уровней государственной власти и местного самоуправления. К этим инициативам относятся: выступление Министра МЧС России Е.Н. Зиничева на пленарном заседании Совета Федерации 11 июня 2019 г. [1]; доклад по итогам работы по охране лесов от пожаров в текущем году и определении задач

на 2021 г. на заседании Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности 27 ноября 2020 г. [2]; предложение Министра МЧС России Е.Н. Зиничева на совещании у президента Российской Федерации В.В. Путина об ужесточении наказания лиц, причастных к возникновению лесных пожаров 27.04.2020 г. [3]. По данным специалистов, несовершенство российского законодательства и системы мониторинга за лесами позволяет часть лесов относить к зонам контроля и предпринимать активные меры по тушению лесных пожаров лишь в том случае, если распространение огня представляет реальную угрозу населенным пунктам. Актуальность предлагаемых законодательных инициатив обусловлена усилением пожарной опасности, которое фиксируется в последние годы как в Российской Федерации, так и за рубежом [2]. В 2020 году в связи с погодой пожароопасный сезон начался на несколько месяцев раньше обычного. Эксперты связывают это с рядом факторов глобального масштаба: потеплением климата, самоизоляция в условиях пандемии COVID-19 и вызванном этими обстоятельствами массовой миграцией населения из городов в сельскую местность, садово-огородные участки, раннее начало сельскохозяйственных работ, включая пал прошлогодней травы. Первый лесной пожар в Российской Федерации в 2020 г. зарегистрирован на территории Карачаево-Черкесской Республики в начале января, к апрелю пожары были отмечены в 45 регионах. При этом, с начала года режим ЧС регионального характера вводился 10 раз в 8 субъектах, а муниципального характера - 90 раз в 25 субъектах.

Государственный масштаб проблем лесной пирологии очевиден [4]. Лесом покрыто почти две трети территории России. Общая площадь земель лесного фонда, по данным Рослесхоза, составляет 1 млрд 146 млн га. Ежегодно в России регистрируется от 9 тыс. до 35 тыс. лесных пожаров, охватывающих площади от 500 тыс. до 3,5 млн га. Согласно данным МЧС России и Рослесхоза, всего с начала 1992 года по конец 2018 года в России зарегистрировано порядка 635 тыс. лесных пожаров, то есть затронувших земли лесного фонда. Эксперты Greenpeace оценивают прирост количества природных пожаров после введения режима самоизоляции в сравнении с аналогичным периодом прошлого года на 20 %. В докладе Министра МЧС России Е.Н. Зиничева Президенту Российской Федерации В.В. Путину сообщено, что в условиях пандемии в 51 регионах страны введены особые режимы, предполагающие запрет на посещение гражданами лесов, на разведение костров, сжигание мусора. По мнению специалистов Всемирного фонда дикой природы негативные последствия пожаров в России в 2020 г. могут стать самыми значительными за последние десятилетия [5]. По данным фонда, в середине апреля площадь лесных пожаров была примерно в 2,5 раза выше средних значений. Кроме угрозы населению и прямых экономических потерь, лесные пожары наносят огромный ущерб биоразнообразию и местам обитания ценных и редких видов животных и растений, многие из которых сосредоточены в первозданных лесах. По мнению экологов, проблема лесных пожаров в России требует системного решения и одновременного принятия соответствующих мер на федеральном и региональном уровнях, а также совместных действий органов государственной власти, бизнеса, природоохранных организаций и гражданского общества.

Увеличение интенсивности, частоты и площади лесных пожаров в 2020 г. было характерно не только для России, но и других стран мира [6]. Лесные пожары двух последних лет в Австралии существенно превысили масштабы и последствия средних многолетних значений. Из-за этого лето 2020 г. названо «черным летом» Австралии. На другом континенте, в Северной Америке лесные пожары 2020 г. также выглядели устрашающе. Например, в Калифорнии число лесных пожаров в два раза превысило их количество 2018 г., когда в штате был зафиксирован предыдущий рекорд пожарной опасности. По данным исследователей, в результате изменения климата вероятность возникновения таких опустошительных пожаров возросла более чем на 30 %. Моделирование изменений климата предсказывает учащающиеся засухи и, как следствие, увеличение пожарной опасности лесов по всему миру. В силу перечисленных обстоятельств с каждым годом растет практическое значение взаимодействия МЧС России с зарубежными службами охраны лесов и международными общественными организациями, занятыми

вопросами обеспечения противопожарной профилактики. Одной из таких организаций является Международная сеть модельных лесов [7]. Она была создана в Канаде в 1992 г. На сегодняшний день данная сеть включает в себя 37 стран мира и 61 модельный лес. Из данного количества четыре модельных леса находятся в Канаде. Это модельный лес Восточное Онтарио, модельный лес Фанди, модельный лес Ньюфаундленда и Лабрадора, модельный лес Принца Альберта. Численность модельных лесов в мире быстро увеличилась в конце XXI века. Однако после 2000 г. данный показатель стабилизировался. В России в настоящее время действуют пять модельных лесов (в алфавитном порядке): «Гассинский» (Хабаровский край); «Ковдозерский» (Мурманская область); Кологривский (Костромская область); Псковский (Псковская и Ленинградская области); «Прилузье» (Республика Коми). В 2006 г. они объединились в Инициативную сеть модельных лесов России (ИСМЛР), которая активно сотрудничает с Международной сетью модельных лесов [8]. Цели и задачи модельных лесов России схожи с таковыми в других странах; однако имеются небольшие отличия. Так, в России шире представлены проекты по развитию экологического туризма, защите биоразнообразия, охране почвенных и водных ресурсов, внедрению новых методов инвентаризации лесов и лесопользования. Актуальная классификация направлений деятельности Международной сети модельных лесов включает в себя восемь основных категорий. (табл.1).

Таблица 1 Участие стран мира в деятельности Международной сети модельных лесов

Направление деятельности	Россия	Всего в мире
Биотопливо	1	9
Инновационные практики	4	27
Почвенные и водные ресурсы	3	22
Привлечение местного населения к сотрудничеству	1	16
Развитие экологического и культурного туризма	2	19
Сохранение биоразнообразия	3	25
Устойчивость и экологическое развитие местных сообществ	1	28
Уязвимость и адаптация к изменению климата	0	11
Экологические процессы и природные катаклизмы	1	12

Проект «Биотопливо» –предусматривает утилизацию отходов деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства; «Привлечение местного населения к сотрудничеству» –создание экономических возможностей для уязвимых групп населения (малочисленных коренных народов, безработных сельских жителей, женщин); «Инновационные практики» – создание плантаций ценных деревьев, карт ГИС и атласов территории; «Охрана почвенных и водных ресурсов» –создание искусственных лесопосадок с целью восстановления деградировавших почв, закрепления берегов и т.д. Вклад России в реализацию названных направлений деятельности варьирует и достигает максимального значения 13,4 % от мировых проектов именно по вопросам почвенные и водных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глава МЧС России Е. Зиничев выступил на пленарном заседании Совета Федерации. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/1417224> (дата обращения 20.12.2020).
2. В МЧС России подвели итоги по лесным пожарам за 2020 год. URL: <https://www.mchsmedia.ru/focus/item/6646921/> (дата обращения 20.12.2020).
3. Глава МЧС Евгений Зиничев на совещании у президента Владимира Путина высказался за ужесточение наказания лиц, причастных к возникновению лесных пожаров. URL: <https://rg.ru/2020/04/27/mchs-predlozhilo-uzhestochit-otvetstvennost-dlia-vinovnikov-lesnyh-rozharov.html> (дата обращения 20.12.2020).
4. Лесные пожары в России. Статистика и антирекорды. URL: <https://tass.ru/info/6712527> (дата обращения 20.12.2020).

5. WWF: последствия лесных пожаров в России в 2020 году могут стать самыми значительными за последние десятилетия. URL: https://www.newsru.com/russia/08may2020/summer_fire.html (дата обращения 20.12.2020).
6. Не ковидом единым: лесные пожары, жара и ураганы в 2020 году. URL: <https://22century.ru/popular-science-publications/climate-change-record-2020> (дата обращения 20.12.2020).
7. Перспективы международной сети модельных лесов. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=2380> (дата обращения 20.12.2020).
8. Концепция сети модельных лесов России: проект Инициативной сети модельных лесов России. URL: https://wwf.ru/upload/iblock/9ff/04-_27_.pdf (дата обращения 20.12.2020).

УДК 614.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАПИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Скляр И.Е.

Бондаренко С.Н., кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. В работе получены математические модели, стоимости распределительной сети системы водяного пожаротушения в зависимости от расхода воды и количества оросителей, диаметра условного прохода трубопровода с учетом ограничений на давление в системе.

Ключевые слова: автоматическая система водяного пожаротушения, капитальные затраты, распределительная сеть, диаметр трубопровода.

DETERMINATION OF CAPITAL COSTS FOR CONSTRUCTION OF A DISTRIBUTION NETWORK OF A WATER EXTINGUISHING SYSTEM

Sklar I.E.

Bondarenko S.N., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. In the work, mathematical models were obtained for the cost of the distribution network of the water fire extinguishing system depending on the water flow rate and the number of sprinklers, the nominal diameter of the pipeline, taking into account the restrictions on the pressure in the system.

Keywords: automatic water fire extinguishing system, capital costs, distribution network, pipeline diameter

Автоматические системы водяного пожаротушения (АСВП) является наиболее эффективным, надежным и безопасным средством противопожарной защиты объектов с массовым пребыванием людей. Для противопожарной защиты помещений торговых-развлекательных центров, театров, аудиторий учебных заведений, как правило, применяют системы поверхностного тушения. При этом вода подается в помещение, подлжит с помощью системы распределительных трубопроводов. Эффективность применения систем водяного пожаротушения во многом зависит от выбранных параметров распределительной сети. В вопросе проектирования этих систем отсутствует единый подход к формированию распределительных сетей и определения оптимальных параметров трубопроводов с учетом капитальных затрат. Актуальным вопросом является получение аналитических выражений, которые связывают параметры распределительной сети систем водяного пожаротушения с капитальными затратами на обустройство АСВП.

Целью работы является повышение эффективности автоматических систем водяного пожаротушения, которая достигается за счет получения аналитических выражений, которые позволяют проводить расчет параметров распределительной сети трубопроводов АСВП в зависимости от количества оросителей, диаметра участка трубопровода и капитальных затрат на материалы.

С учетом выражения для определения напора в распределительной сети [2] и того, что участок распределительного трубопровода представляет собой полый стальной цилиндр, запишем выражение для определения капитальных затрат C_K :

$$C_K = \frac{(H \cdot K^2 - q^2) D_y^{4,87}}{K^2 \cdot k_2 \cdot (q \cdot n)^{1,85}} \cdot \pi \cdot \rho_{СТ} \cdot Ц \cdot h \cdot (D_y + h). \quad (1)$$

где K - коэффициент расхода через ороситель; q - расход огнетушащего вещества; $\rho_{СТ}$ - плотность стали; D_y - диаметр условного прохода участка распределительного трубопровода; h - толщина трубопровода; k_2 - константа, зависящая от типа и состояния трубы $k_2 = \frac{6,05 \cdot 10^5}{C^{1,85}}$ (для стальных труб $C = 120$); n - количество оросителей, размещенных на участке трубопровода; L - длина участка; $Ц$ - стоимость килограмма стального трубопровода.

При этом значение давления H в распределительной сети может находиться в следующих пределах:

$$\left(\frac{q}{K} \right)^2 < H < H_{\max}, \quad (2)$$

где $H_{\max} = H_G - H_p$; H_G - предельное значение рабочего давления для стальных трубопроводов; H_p - падение давления в подводящем трубопроводе.

Диаметр трубопровода связан с толщиной стенки h в рамках существующего сортамента труб стальных электросварных и труб водо-газопроводных. Так же значение диаметра должно соответствовать ограничениям, которые обеспечивают выполнение условия неразрывности потока в трубопроводе [3]:

$$\sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot v}} < D_y \leq \sqrt{\frac{4 \cdot q \cdot n}{\pi \cdot v}}, \quad (3)$$

где v - скорость движения воды по трубопроводу распределительной сети.

Расход воды из одного оросителя, зависит от класса пожарной опасности защищаемого помещения, и для объектов с массовым пребыванием людей составляет не менее 60 л / мин.

Представим выражение (1) как функцию четырех переменных, тогда учетом ограничений (2) - (3) получим следующие зависимости величины капитальных затрат на приобретение трубопровода от расхода воды (см. рис.1, 2).

Анализ зависимостей позволяет сделать вывод о существовании зоны значений расхода воды, при которых увеличение на один шаг по сортаменту диаметра трубопровода ведет к уменьшению капитальных затрат.

Анализ результатов показал, что увеличение диаметра трубопровода ведет к росту капитальных затрат при фиксированном значении расхода воды. При значениях расходы, превышающие минимальный необходимый расход для объектов со средним уровнем пожарной опасности на 10 ÷ 50%, экономически целесообразно применять трубопроводы диаметром на один шаг больше существующим сортаменту.

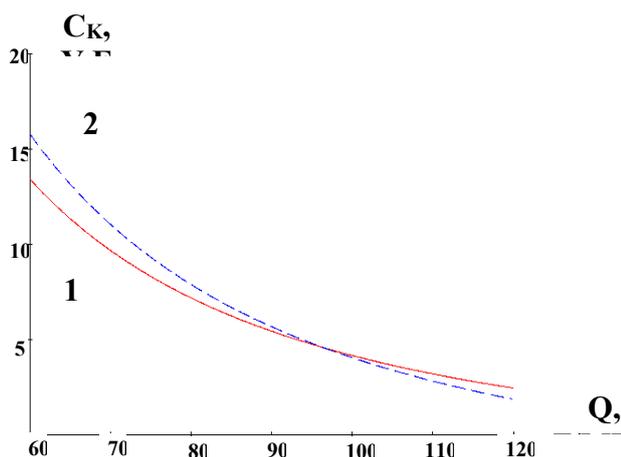


Рис. 1. Зависимость величины капитальных затрат от расхода воды: 1 - при давлении 5,5 бар, для 4 оросителей и диаметре условного прохода трубопровода 25 мм; 2 - при давлении 3,5 бар, для 6 оросителей и диаметре условного прохода трубопровода 32 мм

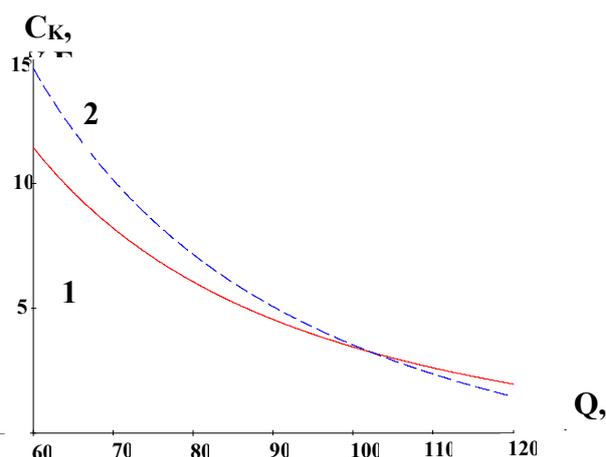


Рис. 2. Зависимость величины капитальных затрат от расхода воды: 1 - при давлении 5 бар, для 6 оросителей и диаметре условного прохода трубопровода 32 мм; 2 - при давлении 3,2 бар, для 8 оросителей и диаметре условного прохода трубопровода 40 мм

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравцов М.Н. Определение характеристик системы орошения, необходимой для тушения пожаров в промышленных, сельскохозяйственных и других объектах – Х.: 2015. С. 127.
2. Бондаренко С.Н., Мурин М.Н. Определение параметров распределительного трубопровода систем водяного пожаротушения с учетом его стоимости // Проблемы пожарной безопасности. 2019. № 46. С. 40–43. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10127>.
3. Антошкін О.А., Бондаренко С.М., Дерев'янюк О.А. та інш. Сучасні системи автоматичного пожежогасіння. Х.: НУЦЗУ, 2018. С. 276. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/8497>

УДК 621.9

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ РАЗРУШЕНИЯ ВОДОПРОВОДА

Смирнов А.А.

Зарубина Е.В., кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Объектом исследования являются виды разрушений, возникающие в водопроводах, в следствии неблагоприятных внешних и внутренних воздействия. Применяется методы моделирования.

Ключевые слова: напряжения, прочность сварных соединений, аналитический и численный метод расчета, аварии, экспериментальная установка.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A WATER PIPELINE FAILURE MODEL

Smirnov A.A.

Zarubina E.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Annotation. The object of research is the types of damage that occur in water pipes, as a result of adverse external and internal effects. Modeling methods are used.

Keywords: stresses, strength of welded joints, analytical and numerical calculation method, accidents, experimental setup.

Разрушение бывает хрупким (в металлах - квазихрупким) и (или) вязким. Механизм зарождения трещин одинаков как при хрупком, так и при вязком разрушении. Возникновение микротрещин чаще всего происходит благодаря скоплению движущихся дислокаций (пластической деформации) перед препятствием (границами зерен, межфазными границами, перед всевозможными включениями и т.д.). Одним из примеров квазихрупкого разрушения является разрушение стальной трубы.

Разрушение это процесс зарождения и развития в металле трещин, приводящий к разделению его на части [1]. Разрушение происходит в результате или развития нескольких трещин, или слияния рядом расположенных трещин в одну магистральную трещину, по которой происходит полное разрушение.

Для моделирования разрушения - роста трещины применяется технология XFEM (eXtended Finite Element Method), иначе расширенный метод конечных элементов. Этот метод позволяет моделировать рост трещины по произвольным путям, которые не зависят от границ элементов. Трещина зарождается в месте максимальной концентрации растягивающих напряжений. Направление распространения трещины перпендикулярно максимальному главному напряжению. Для инициирования трещины выбрано условие превышения заданного уровня напряжений – силовой критерий, а в качестве критерия распространения трещины – энергетический (скорость высвобождения энергии). При растягивающей нагрузке она определяется как:

$$GIC=KIC^2/E \quad (1)$$

где KIC – критический коэффициент интенсивности напряжений, E – модуль Юнга. В качестве критического напряжения выбрано значение в 150 МПа.

К образцу были применены свойства материала. Для этого было создано сечение с параметрами Solid, Homogeneous и сталью. Затем образцу через Assign Section было присвоено созданное сечение.

На рисунке 1 показана сборка, состоящая из образца, посаженного на две соприкасающиеся поверхности приспособления.

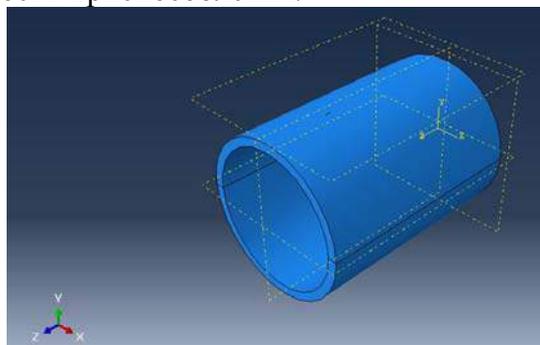


Рисунок 1 - Сборка модели

Трещина определяется в Engineering Features→Cracks. Тип трещины XFEM. Так же выбирается область начальной трещины – прямоугольная пластина. Для определения процедуры анализа в контейнере Steps создается статический шаг (Static, General). Для решения проблем сходимости было внесено изменение в количество попыток при решении проблем сходимости. Для этого в главном меню для созданного шага находим Other→General Solution Controls→Edit. Принимаем условия, нажав на кнопку Continue.

Для создания контакта между поверхностями приспособлений и образца, создается свойство контактного взаимодействия (контейнер Interaction Properties). Далее задаем коэффициент трения 0,5 и параметр поведения по нормали – Hard Contact. С помощью опции Find Contact Pairs находим контактные пары. По результату создания контактных пар, были созданы взаимодействия верх верхнего приспособления с внутренней и внешней поверхностью образца.

На рисунке 2 представлены граничные условия для образца – жесткое закрепление (Displacement/Rotation $U1 = \dots = UR3 = 0$) Два края трубы крепятся в ссылочных точках. Для

каждой из ссылочных точек задаются нуле-вые перемещения ($U_1 = U_2 = U_3 = 0$) и нулевые повороты вокруг осей X, Y и Z ($UR_1 = UR_2 = UR_3 = 0$).

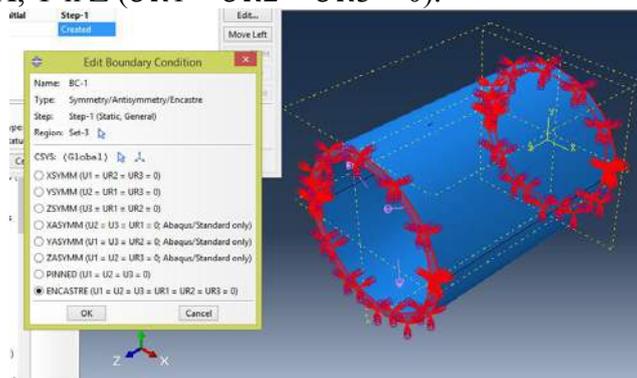


Рисунок 2 - Граничные условия для образца

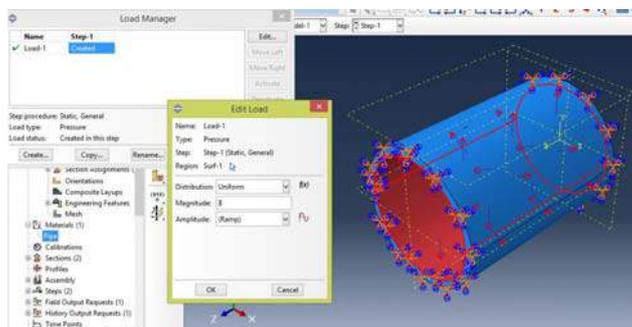


Рисунок 3 – Нагрузка

Для создания конечно-элементной модели необходимо определить допустимую длину продольной сквозной трещины в трубе с радиусом $R=38,5$ мм, толщиной $h=5$ мм, которая нагружена внутренним давлением $p=3$ МПа. Вязкость разрушения $KIC=20$ МПа $\sqrt{м}$. Расчет данной задачи будем вести по уравнению:

$$K=KIC (2)$$

Продольная трещина раскрывается окружным напряжением $\sigma\theta=prh (3)$.

Коэффициент интенсивности напряжений для продольной трещины в трубе (с поправкой Фолиуса на кривизну оболочки) рассчитывается по формуле:

$$K=\sigma\sqrt{\pi l}\sqrt{1+1,61l2Rh} (4)$$

Решая это уравнение находим значение l . Итого $l=2,6$ мм. При таком значении длины трещины, рассчитываемую модель еще можно считать рабочей, при ее увеличении начинается рост трещины и устройство выходит из строя. Начальная трещина, длиной 2,6 мм.

Для материала была выбрана линейно-упругая модель. Результаты моделирования представлены на рисунке 4.

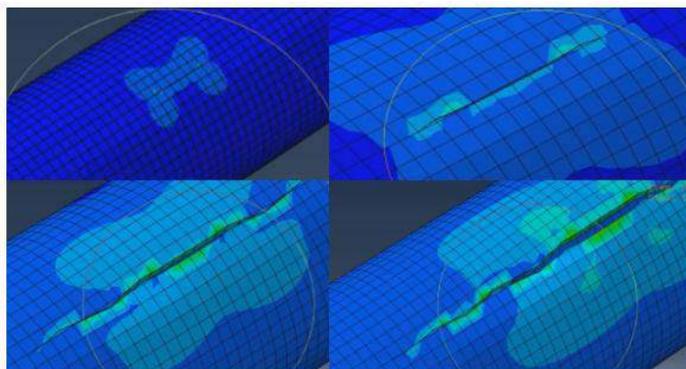


Рисунок 4. Статус трещины

Проведено моделирование прогрессирующей трещины в 3D образце трубы в программном комплексе Abaqus при помощи расширенного метода конечного элемента XFEM.

При выбранной схеме моделирования инициирование трещины происходит при напряжении 120 МПа, при дальнейшем росте трещины инициирование происходит все с большим значением напряжения.

Выполнен расчет напряженно-деформированного состояния трубы. Благодаря сравнению напряжений при разрыве, которое составило 185 МПа, и допускаемому напряжению для сплава алюминия, можно сделать вывод о том, что при заданных условиях в трубе произойдет разрушение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хеллан К. Введение в механику разрушения. – М.: Мир, 1988. – 364 с.
2. Е.В. Полякова, А.М. Полякова, В.А. Комельков, А.Г. Наумов, Д.С. Репин. Разработка экспериментальной установки и исследование напряженного деформированного состояния противопожарного водопровода. Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции – Пожарная и аварийная безопасность. Иваново 2014, 48-53 сс.

УДК 614.841.2:630*43

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЛЕСНОГО ПОЖАРА

Соприх В.С., Горбатюк И.С.

Веремейчик Л.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Белорусский государственный технологический университет

Аннотация. Дается краткое описание значения лесных ресурсов. Указываются причины возникновения пожаров. Представлены правила поведения в лесу, обеспечивающие безопасность населения.

Ключевые слова: лес, лесистость территории, лесной пожар, ликвидация бедствия, безопасность.

ENSURING THE SAFETY OF THE POPULATION IN THE EVENT OF A FOREST FIRE

Soprikh V.S, Gorbatyuk I.S.

Veremeichik L.A., Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor

Belarusian State Technological University

Abstract. A brief description of the importance of forest resources is given. The reasons for the occurrence of fires are indicated. The rules of behavior in the forest, ensuring the safety of the population, are presented.

Keywords: forest, forest cover of the territory, forest fire, disaster response, safety.

Лес играет важную роль в жизни человека. Он не только возобновляемый источник древесины и других видов растительного сырья, но и дом для насекомых, животного

и растительного мира, защитник и хранитель биологического разнообразия. Лес — это легкие планеты, покрытая лесом почва и деревья удерживают и перерабатывают в кислород углекислый газ.

Леса и имеющееся в них биоразнообразие также помогают поддерживать пищевой статус местного населения, обеспечивая пищевыми продуктами, содержащими широкий спектр макро- и микроэлементов. Лесные плоды, например, являются богатым источником минеральных веществ и витаминов, а семена и орехи, собираемые в лесах, повышают калорийность рациона и обогащают его жирами и белком. Дикие съедобные корнеплоды и клубнеплоды служат источником углеводов, а грибы содержат необходимые питательные вещества, в том числе селен, калий и витамины.

Здоровье людей и их благополучие тесно связаны с лесами. В настоящее время зарегистрировано более 28 000 видов растений, используемых в медицине, и многие из них произрастают в лесных экосистемах. Посещение лесов может оказывать благоприятное воздействие на физическое и психическое здоровье людей, и многие испытывают глубокую духовную связь с лесами.

Однако леса могут представлять также опасность для здоровья. С лесами связаны такие болезни, как малярия, болезнь Шагаса (известная также как американский трипаносомоз), африканский трипаносомоз (сонная болезнь), лейшманиоз, болезнь Лайма, ВИЧ и эбола. Большинство новых инфекционных заболеваний, свойственных людям, включая вызываемые вирусом SARS-CoV2, приведшим к текущей пандемии COVID-19, имеют зоонозное происхождение, и их появление может быть связано с потерей среды обитания в результате изменения площади лесов и заселения людьми лесных районов, что в обоих случаях приводит к расширению контакта людей с дикой природой [1].

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, лесистость территории Республики Беларусь в 2020 г. составила 39,9 %. Площадь погибших лесных насаждений от лесных пожаров колебалась по годам от 79 га в 2013 г. до 2114 га в 2019 г., при максимальном значении – 5968 га в 2015 г., в том числе большинство от пожаров в 2020 г. погибло хвойных пород - 2 074 га [2].

Лесной пожар – это стихийно возникающий бесконтрольный процесс горения древостоя, вызывающий эрозию почвы, загрязнение воды и атмосферы продуктами горения, способствующий дестабилизации транспортного сообщения любого типа — железнодорожного, автомобильного, воздушного, речного. Важнейшими факторами возгорания являются место его распространения и скорость продвижения кромки, т.е. контура горения.

подавляющее большинство лесных пожаров возникает из-за неосторожного обращения людей с огнем или нарушения ими требований пожарной безопасности при работе и отдыхе в лесу. Статистика утверждает, что в 9 случаях из 10 виновник лесных пожаров – человек. В выходные дни количество загораний в лесу достигает 40 % от их общего числа за неделю; а в десятикилометровой зоне вокруг населенных пунктов, наиболее посещаемой населением, возникает до 93 % всех загораний [3].

Находясь в лесу необходимо помнить, что вполне реальна опасность возникновения лесного пожара от незначительного источника огня, особенно в сухое теплое ветреное время. Большинство лесных пожаров возникает от костров, которые раскладываются для обогрева, приготовления пищи, отпугивания насекомых и даже просто ради баловства. Лучше не разжигать их в сухую теплую и ветреную погоду. Но, если все же возникает необходимость, требуется соблюдать простые правила. Разжигать костры следует на специально отведенных для этого местах. Если такового места нет, то его можно подготовить на песчаных и галечных косах по берегам рек и озер, на лесных дорогах, в карьерах, на старых кострищах, на лужайках и полянах, покрытых зеленой травой. Необходимо вокруг костра, на полосе шириной не менее 0,5 метра, убрать все, что может гореть и послужить причиной распространения огня. Желательно, чтобы вблизи костра была вода, а также ветки для захлестывания пламени на случай распространения горения.

Немало пожаров возникает по вине курильщиков, бросающих в лесу незатушенные спички и окурки. Также лесные пожары могут возникнуть и по другим причинам. Например, от тлеющего ржавого пыжа, выброшенных из окон поездов незатушенных окурков, от искр из выхлопных труб двигателей и т.п. При посещении леса следует вообще отказаться от курения или курить в специально отведенных местах, на участках, пригодных для разведения костров и курения. Курить в лесу на ходу не следует, так как всегда существует опасность машинального отбрасывания в сторону горячей спички или окурка, и как результат этого – пожар, о котором его виновник может и не подозревать.

Природными факторами, вследствие которых может начаться лесной пожар, являются сухие грозы, самовозгорание лесного хлама и т.п. При обнаружении загорания в лесу или вблизи от него лесной подстилки, опада, ветоши, порубочных останков, главная задача – не дать пожару набрать силу и распространиться. Для этого следует потушить огонь, тщательно осмотреть место горения и убедиться, что не осталось очагов горения. В тех случаях, когда самостоятельно огонь потушить не удастся, необходимо сообщить о пожаре в органы лесной охраны, в местные органы власти или милицию.

Ликвидация бедствия — затратный, опасный и трудоемкий процесс. Порой он приводит к человеческим жертвам. В качестве эффективной профилактики стихийного бедствия эффективными являются следующие мероприятия: создание минерализованных полос шириной до 60 м с полным выжиганием травяного покрова; санитарная вырубка леса для устранения сухостоя, пораженных насекомыми деревьев; благоустройство зон для отдыхающих с водоемами и подъездами к ним; строительство вертолетных площадок для посадки техники МЧС; просветительская работа среди населения (пожарные инструктажи) [3].

Необходимо помнить, что соблюдение правил противопожарной безопасности — личная ответственность каждого. Строгое выполнение правил и соблюдение мер собственной безопасности во время природного пожара поможет минимизировать риск ожогов и спасти жизнь. Список правил поведения при попадании в опасную зону следующий: при возникновении стойкого запаха дыма стоит объективно оценить ситуацию. Необходимо принять решение тушить огонь самостоятельно или вызывать МЧС, обязательно сообщить в лесничество. Небольшое пламя от костра или тление небольшого участка лесной подстилки можно потушить самостоятельно, путем забивания ветками, засыпания грунтом или залива водой. В противном случае следует вызвать специалистов; при сильном возгорании необходимо принять меры для эвакуации. При этом нужно двигаться навстречу потоку ветра и перпендикулярно кромке распространения огня, вдоль рек, по просекам. При сильной задымленности рот и нос необходимо закрыть куском ткани, желательнее мокрой. В обязательном порядке необходимо осведомить государственную лесную охрану о времени обнаружения, месте, интенсивности возгорания.

Во время тушения необходимо соблюдать правила пожарной безопасности и твердо знать, что при верховых лесных пожарах, когда горят кроны деревьев, убежищем могут служить берега водоемов, крупные поляны, лиственный лес без хвойного подроста. Не следует искать убежище на дорогах и просеках, окруженных хвойным лесом, особенно молодняком с низко опущенными кронами, а также в логах, поросших лесом.

Дисциплинированность в лесу, сознательное поведение и строгое соблюдение несложных правил пожарной безопасности будет гарантией защищенности лесов от пожаров и обеспечение безопасности населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние лесов мира: леса, биоразнообразие и люди // Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.fao.org/forest-resources-assessment/ru/>. - Дата доступа: 22.02.2021.

2. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: статистический сборник [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_17588/. - Дата доступа: 17.02.2021.
3. Лесные пожары. Тактика: справочник Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.firerescue.ru/magazine/lesne_pojar_taktika/. - Дата доступа: 22.02.2021.

УДК 614.839

О ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Сорокин А.Ю.

Чискидов С.В. кандидат технических наук, доцент

Академия гражданской защиты МЧС России

Аннотация. В настоящем докладе поднимается вопрос достоверности оценки последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера на объектах хранения конденсированных взрывчатых веществ. Тема работы относится к рубрике взрывопожарной безопасности. Приводятся результаты критического анализа формулы М.А. Садовского на базе которой как правило определяется возможная зона поражения взрыва. Значимость данного вопроса определяется тем, что теоретически рассчитанная зона поражения, является отправной точкой при оценке уровня безопасности, а также определения объема инженерно-технических мероприятий, направленных на снижения уровня возможной опасности.

Ключевые слова: взрывопожарная безопасность, конденсированные взрывчатые вещества, взрыв, зона поражения, вторичные поражающие факторы.

FEATURES OF THE ASSESSMENT OF EXPLOSION AND FIRE SAFETY AT EXPLOSIVE STORAGE FACILITIES

Sorokin A.Yu.

Cheskidov S.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. This report raises the issue of the reliability of the assessment of the consequences of man-made emergencies at condensed explosives storage facilities. The topic of the work belongs to the category of explosion and fire safety. The results of the critical analysis of the formula of M.A. Sadovsky are given on the basis of which, as a rule, the possible zone of explosion damage is determined. The significance of this issue is determined by the fact that the theoretically calculated affected area is the starting point for assessing the level of safety, as well as determining the scope of engineering and technical measures aimed at reducing the level of possible danger.

Keywords: explosion and fire safety, condensed explosives, explosion, affected area, secondary damaging factors.

Одним из распространенных подходов к оценке уровня взрывопожарной безопасности является оценка последствий при возникновении нештатных ситуаций. Оценке уровня

взрывопожарной безопасности подлежат все объекты, на которых используются или хранятся горючие и взрывоопасные вещества. К источнику взрывоопасности возможно отнести два типа веществ – это топливно-воздушные смеси (далее – ТВС), а также конденсированные взрывчатые вещества (далее ВВ).

Как правило, ТВС в промышленности встречаются довольно часто, ВВ несколько реже. Если не принимать во внимание военный промышленный комплекс (далее – ВПК), то стоит остановить внимание на организациях, занимающихся буровзрывными работами. К объектам, на которых используются или хранятся ВВ, можно отнести площадки разработки полезных ископаемых, строительные площадки, особенно часто ВВ применяется при проходке и строительстве подземных сооружений.

Оценку безопасности принято начинать с проработки различных сценариев ЧС техногенного характера с последующей оценкой последствий. В Российской Федерации относительно взрывобезопасности на промышленных объектах гражданского и военного назначения принято руководствоваться такими документами как РБ-Г-05-039-96 «Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического действия» [1], а также ГОСТ Р – 42.2.01_2014 «Гражданская оборона. Оценка состояния потенциально опасных объектов, объектов обороны и безопасности в условиях воздействия поражающих факторов обычных средств поражения».

Принцип оценки безопасности при воздействии поражающих факторов взрыва, реализуемый в данных документах основан на решении следующих задач:

1. Определении значений поражающих факторов;
2. Определении значений пороговых нагрузок на объекты инфраструктуры;
3. Сопоставлением значений пороговых нагрузок со значениями поражающих факторов на различных расстояниях;
4. Определение зоны поражения;
5. Определение наличия, либо отсутствия объектов – источников вторичных поражающих факторов в радиусе зоны поражения взрыва;
6. Оценка последствий с учетом вторичных поражающих факторов.

Базовым мероприятием по снижению уровня взрывопожарной опасности на объектах хранения и использования ВВ, как правило является локализация самих мест хранения и исключения ряда факторов, которые могут спровоцировать детонацию. Локализация обычно достигается за счет удаления места хранения ВВ от основной производственной площадки. Расстояние удаления определяется исходя из рассчитанной зоны поражения.

Подход к расчету зоны поражения мест хранения ВВ, основан на формуле М.А. Садовского, которая представляет собой эмпирически определенную зависимость избыточного давления во фронте воздушной ударной волны (как основного поражающего фактора взрыва) от массы ВВ в тротиловом эквиваленте и расстояния от центра взрыва (формула 1).

$$P_{\Phi} = a_1 \frac{m}{R^3} + a_2 \frac{m^{\frac{2}{3}}}{R^2} + a_3 \frac{m^{\frac{1}{3}}}{R} \quad (1)$$

Таблица 1 – коэффициенты к формуле Садовского

Условия использования коэффициентов	a_1	a_2	a_3
Взрыв в неограниченном пространстве (сферический, в воздухе)	7	2.7	0.84
Взрыв в пространстве, ограниченном с одной стороны (полусфера, на земле)	14	4.3	1.1
Взрыв в штольне – тоннеле с распространением ВУВ в обе стороны	44	9.2	1.46
Взрыв в тупиковой штольне – тоннеле с распространением ВУВ в одну сторону	88	14.6	1.81

В результате проведения глубокого анализа данной зависимости и физики взрывного процесса следует, что данная зависимость и ее прогрессивные формы реализуют оценку поражающих факторов очень неточно. Такой вывод продиктован главным образом тем, что процесс взрывного горения ВВ возможно разбить на следующие этапы:

1. Газовое превращения ВВ в ходе детонации. Газовые продукты детонации имея высочайший энергетический потенциал с очень большой скоростью начинают расширяться;

2. Формирование зоны сжатия воздушной ударной волны. При расширении, газовые продукты детонации вытесняют воздух на сверхзвуковой скорости. В ходе данного процесса происходит торможение продуктов детонации за счет сопротивления воздуха, а плотность воздуха во фронте возрастает;

3. Отрыв воздушной ударной волны от облака взрыва. На данном этапе возникает энергетический баланс между газовыми продуктами детонации и фронтом сжатого воздуха, после чего воздушная ударная волна отрывается и продолжает свое движение со скоростью звука, рассеиваясь со временем в пространстве.

Исходя из описанной физики процесса следует, что поражающая способность воздушной ударной волны определяется энергией взрыва, которая в свою очередь зависит от массы ВВ. При этом энергия во фронте воздушной ударной волны не может превышать энергии взрыва. В рамках данного утверждения была выполнена проверка формулы Садовского на соответствие закону сохранения энергии. По результатам расчетов было выявлено, что закон сохранения энергии в формуле 1 не выполняется, так как энергетический потенциал по мере удаления воздушной ударной волны от центра взрыва мало того, что превышает энергию взрыва, он еще и возрастает.

Таким образом, определяемые расчетным методом зоны поражения для мест складирования ВВ весьма серьезно могут отличаться от реальных, что в свою очередь ведет к нерациональному использованию ресурсов при планировании и реализации мероприятий по обеспечению взрывопожарной безопасности. В целях решения данной проблемы, была разработана альтернативная методика оценки значений поражающих факторов взрыва, которая в настоящий момент проходит процедуру оценки достоверности и возможно в будущем заменит имеющийся научно-методический аппарат по рассматриваемому вопросу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садовский М.А. Геофизика и физика взрыва. Избранные труды. – 2004.
2. Покровский Г.И. Взрыв 4-е издание и доп. М. Недра 1980, 190 с.
3. Акулинин В.Н., Епифанова Н.С. Концепция гибридной войны в практике межгосударственного противостояния // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. № 36 (321). С. 53-60.
4. ГОСТ Р – 42.2.01_2014 «Гражданская оборона. Оценка состояния потенциально опасных объектов, объектов обороны и безопасности в условиях воздействия поражающих факторов обычных средств поражения».
5. РБ-Г-05-039-96 «Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического действия».
6. Федеральный закон РФ №116 от 21.07.1997 «О промышленной безопасности».
7. Сорокин А.Ю. Об альтернативном подходе к определению поражающей способности воздушной ударной волны //«Моделирование сложных процессов и систем»: сборник трудов секции № 12. – С. 55.
8. Сорокин А.Ю. Моделирование воздействия воздушной ударной волны на различные объекты инфраструктуры в среде graphics engine //«Моделирование сложных процессов и систем»: сборник трудов секции № 12. – С. 44.

ПОЖАРООПАСНЫЕ СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВОЛОКОН

Спиридонова В.Г.

Циркина О.Г., доктор технических наук, доцент

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные пожароопасные свойства текстильных материалов из натуральных и химических волокон. Отмечено влияние типа используемого волокна на пожарную опасность готовых текстильных материалов и изделий из них.

Ключевые слова: текстильные материалы, пожарная опасность, натуральные волокна, химические волокна.

FIRE-HAZARDOUS PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS MADE OF VARIOUS TYPES OF FIBERS

Spiridonova V.G.

Tsirкина O.G., Grand PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. This article discusses the main fire-hazardous properties of textile materials made of natural and chemical fibers. The influence of the type of fiber used on the fire hazard of finished textile materials and products made from them is noted.

Keywords: textile materials, fire hazard, natural fibers, chemical fibers.

Текстильные материалы в зависимости от их физико-химических свойств и назначения широко применяются как в быту, так и в различных отраслях промышленности. Большинство из них обладают пожароопасными свойствами, вследствие чего ткани и изделия из них могут воспламеняться и поддерживать пламенное горение. Поведение текстильного материала в условиях воздействия источника зажигания определяется видом и составом текстильных волокон.

Текстильное волокно представляет собой протяженное прочное и гибкое тело с малым поперечным сечением ограниченной длины, используемое для изготовления текстильных материалов [1].

Существует несколько классификаций текстильных волокон. Наиболее часто встречается деление по происхождению, согласно которому все текстильные волокна делятся на натуральные и химические [2].

Оценка пожарной опасности текстильных материалов осуществляется по ряду критериев, среди которых: 1) горючесть; 2) воспламеняемость; 3) способность распространения пламени по поверхности; 4) токсичность продуктов горения; 5) дымообразующая способность [3].

К указанным показателям могут быть добавлены такие характеристики, как продолжительность остаточного горения, термостойкость и огнестойкость. Помимо этого, пожарную опасность веществ и материалов характеризуют различные температуры: температура воспламенения, температура самовоспламенения, температура тления. Качественная оценка пожарной опасности веществ и материалов позволяет правильно выработать действия по тушению пожаров на различных объектах защиты, применить

наиболее эффективное огнетушащее вещество и сократить время локализации и ликвидации очага возгорания.

Большинство тканей и изделий из них горят в воздухе, но их способность к возгоранию и скорость горения отличается и определяется тремя основными характеристиками: химическим строением волокнообразующих полимеров, физической структурой текстильного волокна и материала в целом и условиями окружающей среды [4].

Характеристики пожарной опасности некоторых натуральных волокон представлены в таблице 1 [5,6].

Таблица 1 – Пожарная опасность натуральных текстильных волокон

Волокно	Характеристики				
Хлопок	Горючесть	$T_{\text{воспл}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{самовоспл}}, ^\circ\text{C}$	Средства тушения	
	Горючее вещество	210	407	Распыленная вода со смачивателем, воздушно-механическая пена	
	Поведение при горении				
	при приближении к пламени – сразу горит	в пламени – горит без копоти и плавления	без пламени – быстро сгорает, остаточное свечение	запах жженой бумаги	зола мягкого серого цвета
Лен	Горючесть	$T_{\text{воспл}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{самовоспл}}, ^\circ\text{C}$	Средства тушения	
	Горючее вещество	-	430	Распыленная вода со смачивателем, воздушно-механическая пена	
	Поведение при горении				
	при приближении к пламени – сразу горит	в пламени – горит без копоти и плавления	без пламени – быстро сгорает, остаточное свечение	запах жженой бумаги	зола мягкого серого цвета
Шерсть	Горючесть	$T_{\text{воспл}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{самовоспл}}, ^\circ\text{C}$	Средства тушения	
	Горючее вещество	200	570	Вода	
	Поведение при горении				
	при приближении к пламени – сжимается	в пламени – сжимается и горит	без пламени – с трудом продолжает гореть	запах жженого рога	пузырится до черноты, хрупкая

Горение натуральных текстильных материалов сопровождается выделением дыма и теплоты, двуокиси углерода, окиси углерода и воды. Легкость воспламенения, скорость распространения пламени и количество образующейся теплоты зависят от структуры и типа отделки материала, а также от вида готового изделия. Частично сгоревшие растительные волокна могут представлять опасность пожара даже после того, как он был потушен.

Пожарную опасность, связанную с синтетическими волокнами, часто трудно оценить, так как некоторые из них при нагревании дают усадку, плавятся и стекают. Большинство синтетических текстильных материалов в разной степени горючи, а температура воспламенения, скорость горения и другие свойства при горении существенно отличаются друг от друга.

Параметры процесса горения волокон используют для их идентификации. При проведении эксперимента на сжигание волокна отмечают такие характеристики, как

поведение при воздействии пламени и после его удаления, наличие характерного запаха и вид остатка. В процессе нагревания волокон также отмечают обнаружение хлора или азота.

Характеристика пожарной опасности некоторых искусственных волокон представлена в таблице 2 [5,6].

Таблица 2 – Пожароопасные свойства химических текстильных волокон

Волокно	Характеристики				
Акрил	Горючесть		$T_{\text{воспл}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{плавления}}, ^\circ\text{C}$	
	Горит и плавится		560	235-330	
	Поведение при горении				
	при приближении к пламени – плавится и вспыхивает	в пламени – плавится и горит	без пламени – быстро горит	запах запеканного мяса	зола – твердые частицы черного цвета
Нейлон	Горючесть		$T_{\text{воспл}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{плавления}}, ^\circ\text{C}$	
	С трудом поддерживает горение		425	160-260	
	Поведение при горении				
	при приближении к пламени – горит	в пламени – горит и плавится	без пламени – горение прекращается	без запаха	зола – пластическая масса
Вискоза	Горючесть		$T_{\text{воспл}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{плавления}}, ^\circ\text{C}$	
	Горючее вещество		235	-	
	Поведение при горении				
	при приближении к пламени – сразу загорается	в пламени – горит	без пламени – непрерывно горит без остаточного свечения	запах горелой ваты	зола почти не остается

Для определения возможности применения текстильного материала в тех или иных целях все чаще прибегают к использованию комплексных показателей пожарной опасности. К комплексному показателю пожарной опасности текстильных материалов и изделий из них можно отнести кислородный индекс, определяющий минимальную концентрацию кислорода в струе смеси с азотом, которая будет поддерживать горение образца пламенем [7].

Таким образом, в справочной литературе имеются данные по пожароопасным свойствам ряда текстильных волокон и материалов, однако указанные данные не дают полного представления о поведении тканей в условиях пожара. Для комплексного подхода к оценке пожароопасных свойств текстильных материалов и качественного подбора противопожарных мероприятий для объектов защиты требуется создание единой базы данных по пожарной опасности текстиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (волокна и нити): учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.
2. Давыдов А.Ф., Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Белкина С.Б. Техническая экспертиза продукции текстильной и легкой промышленности: учебное пособие. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 384 с.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 27.12.2018).

4. Болодьян Г.И. Комплексный подход к созданию пожаробезопасных текстильных материалов и изделий: Дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. – Москва, 2003. – 177 с. РГБ ОД, 61:04-5/2502.
5. Демидов В.В. Управление борьбой с пожарами на судне. – Одесса: ЦПАП, 1997. – 122 с.
6. ГОСТ Р 56561-2015/ISO/TR 11827:2012 «Материалы текстильные. Определение состава. Идентификация волокон» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2015 г. №1242-ст).
7. Терминологический словарь одежды: ок. 2000 слов / Л.В. Орленко. – М.: Легпромбытиздат, 1996. – 344 с.

УДК 614.841

РАЗРАБОТКА САМОЗАТУХАЮЩИХ ЭПОКСИАМИННЫХ КОМПОЗИЦИЙ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЕКСАФТОРСИЛИКАТОМ МЕДИ(II)

Стельмашов А.И.

Пархоменко В., кандидат технических наук

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

Аннотация. В работе рассмотрены особенности процесса формирования трудногорючих эпоксиаминных композиций для дальнейшего их исследования и определения показателей пожарной опасности.

Ключевые слова: трудногорючие эпоксиаминные композиции, гексафторсиликат меди(II), антипирен, эпоксидная смола, пера.

DEVELOPMENT OF SELF-EXTINGUISHING EPOXY COMPOSITIONS MODIFIED WITH COPPER (II) HEXAFLUROSILICATE

Stelmashov A.I.

Parkhomenko V., PhD in Technical Sciences

Lviv State University of Life Safety

Abstract. The paper considers the features of the process of formation of low-combustible epoxyamine compositions for their further research and determination of fire hazard indicators.

Keywords: flame retardant epoxyamine compositions, copper (II) hexafluorosilicate, fire retardant, epoxy resin, пера.

В условиях стремительного технологического прогресса резко возрастает спрос на высококачественные полимерные композиционные материалы. Они должны иметь целый комплекс специальных свойств: высокую механическую прочность, химическую стойкость, термостойкость, стойкость к перепадам температур и пониженную горючесть. Особые требования по пониженной горючести выдвигаются к материалам, которые применяются в жилищном и промышленном строительстве, в транспорте и как электроизоляционные материалы.

Среди полимерных композиционных материалов с чрезвычайно широкими возможностями применения являются материалы на основе эпоксидных смол. Свойства эпоксиполимерных материалов можно регулировать в широких пределах путем подбора соответствующего олигомера или отвердителя, а также благодаря их модифицированию.

Для получения самозатухающих эпоксиаминных композиций изучали возможность сочетания компонентов в одной системе и возможность отверждения композиций в присутствии гексафторсиликата меди(II). Вследствие апробации различных вариантов предварительной обработки, последовательности смешивания компонентов композиции, температурного и временного режима отверждения композиции избрано оптимальную технологию приготовления композиции. Это позволило получить однородные по структуре, с глянцевой поверхностью, эстетически привлекательные материалы на основе эпоксиаминных композиций модифицированных гексафторсиликатом меди(II) [1-2].

Поэтому композиции можно получить двумя способами. Особенность получения композиций согласно первого способа заключается в том, что заранее приготовленный антипирен-отвердитель в соответствующем соотношении перемешивали с эпоксидной смолой в течение 5-10 мин. До получения однородной массы.

Согласно второму способу эпоксидную смолу и *репа*, взятых в соответствующих соотношениях, перемешивали в течение 5-10 мин. Затем добавляли соответствующее количество гексафторсиликату меди(II) и продолжали перемешивать до образования однородной композиции. После введения соли окраски композиции менялось от светло-желтого до темно синего. Это свидетельствует о связывания гексафторсиликату меди(II) с *репа* в процессе отверждения композиции [3-6].

Для проведения сравнительной оценки готовили так называемую исходную композицию без антипирена путем смешивания соответствующего количества эпоксидно й смолы с отвердителем (рис. 1).

Готовые композиции заливали в формы и выдерживали при комнатной температуре в течение 24 часов до полного отверждения [7].



Рисунок - 1. Образцы эпоксиполимеров для экспериментальных исследований:
а - без антипирена; б - с антипиреном

Состав полученных эпоксиаминных композиций приведены в табл. 1.

Таблица 1

Стехиометрия эпоксиаминных композиций

Композиции	Мольное соотношение ЕД-20: <i>репа</i> :CuSiF ₆	Состав композиции, мас. ч.		
		ЕД-20	<i>репа</i>	CuSiF ₆
ЕД/ <i>репа</i>	2,5:1:0	100	12	0
ЕД/[Cu(<i>eda</i>)(<i>deta</i>)]SiF ₆ (0,5)	2,5:1:0,5	100	12	11
ЕД/[Cu(<i>eda</i>)(<i>deta</i>)]SiF ₆ (1)	2,5:1:1	100	12	22
ЕД/[Cu(<i>eda</i>)(<i>deta</i>)]SiF ₆ (2)	2,5:1:2	100	12	44
ЕД/[Cu(<i>eda</i>)(<i>deta</i>)]SiF ₆ (3)	2,5:1:3	100	12	66
ЕД/[Cu(<i>eda</i>)(<i>deta</i>)]SiF ₆ (4)	2,5:1:4	100	12	88

ЛИТЕРАТУРА

1. Helen Lavrenyuk The effect of preparation technology and the complexing on the service properties of self-extinguishing copper (II) coordinated epoxy-amine composites for pouring polymer floors / Helen Lavrenyuk, V-P Parhomenko, Borys Mykhalichko // International Journal of Technology. 2019. Vol. 10. No. 2. P. 290-299.
2. Лавренюк О.І. Квантово-хімічне моделювання поведінки хелатного комплексу $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{NH}_2)(\text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{NHC}_2\text{H}_4\text{NH}_2)]\text{SiF}_6$ – антипіренузатвердника епоксидних смол в умовах горіння / О.І. Лавренюк, Б.М. Михалічко, В.-П.О. Пархоменко // Вопросы химии и химической технологии. – 2018. – № 3 (118). – С. 31-36.
3. Пархоменко В.-П.О. Визначення групи горючості епоксіамінних композицій, модифікованих солями купруму(II) / В.-П.О. Пархоменко, О.І. Лавренюк, Б.М. Михалічко // Проблемы пожарной безопасности. – 2017. – Вып. 41. – С. 124-128.
4. Пархоменко В.-П.О. Роль антипірена-затвердника у формуванні самозгасаючих епоксіамінних композицій / В.-П.О. Пархоменко, О.І. Лавренюк, Б.М. Михалічко // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. –2017. – №1 (3). – С. 84-89.
5. Пархоменко В.-П.О. Вплив купрум(II) гексафлуорсилікату на термоокисну стійкість самозгасаючих епоксіамінних композицій / В.-П.О. Пархоменко, В.В. Кочубей, Б.М. Михалічко, О.І. Лавренюк, Ю.П. Павловський // Пожежна безпека. – 2017. – №30. – С. 132-136.
6. Пархоменко В.-П.О. Перспективи застосування силіційумісних антипіренів для зниження горючості епоксидних композицій / Пархоменко В.-П.О., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. // Збірник наукових праць Вісник ЛДУБЖД. Львів, 2017. – №15. – С. 94-100.
7. Пархоменко В.-П.О. Трудногорючие эпоксиаминные композиции: принципы формирования и регулирования показателей пожарной опасности / Пархоменко В.-П.О., Лавренюк Е.И., Мыхаличко Б.М. // Научный журнал: Вестник Кокшетауского технического института. Казахстан, 2018. – № 1 (29) . – С. 56-61.

614.835.3

ПОТЕРЯ МАССЫ ЖИДКОСТИ ПРИ ВЕНТИЛЯЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ

Степаненко Д.А.

Назаров В.П., доктор технических наук, профессор

Академия ГПС МЧС России

Аннотация. в данной статье представлены результаты и краткая методика экспериментального исследования потери массы нескольких легковоспламеняющихся жидкостей при вентиляции экспериментальной установки различными способами.

Ключевые слова: вентиляция, резервуар, взрывобезопасность, ремонтные работы, огневые работы.

LOSS OF LIQUID MASS DURING VENTILATION OF THE EXPERIMENTAL TANK IN VARIOUS WAYS

Stepanenko D.A.

Nazarov V.P., Grand PhD in Technical Sciences, Professor

Fire State Academy of Emercom of Russia

Abstract. this article presents the results and a brief methodology for an experimental study of the mass loss of several flammable liquids during ventilation of an experimental installation in various ways.

Keywords: ventilation, tank, explosion safety, repair work, fire work.

Проблеме подготовки резервуаров с остатками нефтепродуктов посвящено большое количество работ. Перед проведением на них ремонта должен быть обеспечен достаточный уровень пожаровзрывобезопасности [1], который характеризуется прежде всего отсутствием взрывоопасных концентраций в зоне проведения работ.

Наиболее приемлемым, простым и экономически эффективным методом подготовки резервуара к проведению ремонтных работ является принудительная вентиляция его внутреннего пространства. [2] В работе [3] исследованы различные способы подачи воздуха внутрь резервуара при его вентиляции. Однако данные исследования проводились при наличии внутри резервуара локальной поверхности с нефтепродуктом или легковоспламеняющейся жидкостью (ЛВЖ), что не отражается остаток нефтепродукта при моделировании данного процесса в натуре. [4]

С целью исследования потери массы ЛВЖ при вентиляции была проделана серия опытов, в которых ЛВЖ разливалась на полную поверхность экспериментальной установки, которая представляла собой цилиндрический сосуд, геометрически подобный вертикальному стальному резервуару РВС-5000 в масштабе 1:17. В качестве исследуемых жидкостей использовались: гептан (C_7H_{16}), бензин АИ-100, дизельное топливо. Воздух внутрь установки подавался с помощью вентилятора тремя разными способами: вихревым (с двух сторон установки в разных направлениях параллельно стенкам), навстречу (с двух сторон установки по направлению в центр), традиционным (с одной стороны установки по направлению в центр). Всего было проделано по три опыта с каждой из ЛВЖ. Количество разливаемой ЛВЖ внутрь установки было 1000 мл в каждом случае, а время проведения каждого опыта составляло 30 минут.

После проведения опытов, оставшаяся жидкость сливалась в емкость и взвешивалась на весах для определения массы остатка. Все измерительное оборудование, используемое в опытах, было поверено и полностью соответствовало необходимым требованиям. Результаты опытов представлены в таблицах.

Таблица 1 – Потеря массы гептана (C_7H_{16}) при различных способах подачи воздуха

№ п/п	Номер опыта	Значения потери массы жидкости при способах подачи воздуха, мл (кг)		
		Вихревой	Навстречу	Традиционный
1.	1-й опыт	349	285	260
2.	2-й опыт	370	273	237
3.	3-й опыт	358	289	233
4.	Среднее значение	359 (0,245)	282,3 (0.193)	243,3 (0.166)

Таблица 2 – Потеря массы Бензина АИ-100 при различных способах подачи воздуха

№ п/п	Номер опыта	Значения потери массы жидкости при способах подачи воздуха, мл (кг)		
		Вихревой	Навстречу	Традиционный
1.	1-й опыт	290	229	185
2.	2-й опыт	268	237	176
3.	3-й опыт	275	220	180
4.	Среднее значение	277,6 (0.208)	228,6 (0.171)	180,3 (0.135)

Таблица 3 – Потеря массы дизельного топлива при различных способах подачи воздуха

№ п/п	Номер опыта	Значения потери массы жидкости при способах подачи воздуха, мл (кг)		
		Вихревой	Навстречу	Традиционный
1.	1-й опыт	106	68	65
2.	2-й опыт	85	71	44
3.	3-й опыт	93	60	55
4.	Среднее значение	94,6 (0.08)	66,3 (0.056)	54,6 (0.046)

Схема экспериментальной установки представлена на Рисунке 1, а схема подачи воздуха внутрь установки на Рисунке 2.

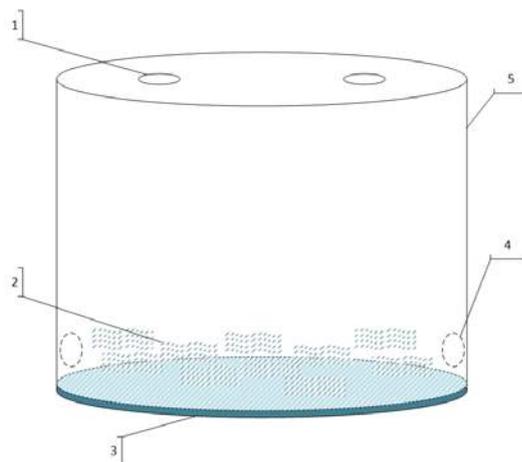


Рисунок 1. – Схема экспериментальной установки

1 – Вентиляционный люк; 2 – Пары исследуемой ЛВЖ; 3 - Исследуемая ЛВЖ;
4 – Люк-лаз нижнего пояса; 5 – Корпус экспериментальной установки

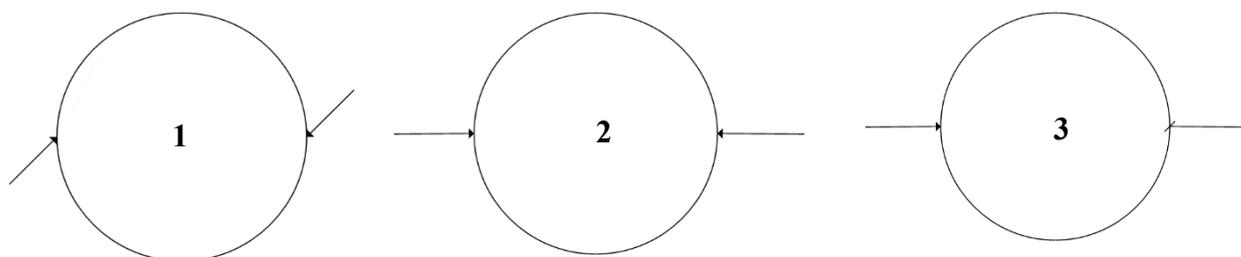


Рисунок 2. – Схема подачи воздуха внутрь экспериментальной установки

1 – «Вихревой» способ; 2 – Способ «навстречу»; 3 – «Традиционный» способ

В результате проделанных опытов можно сделать вывод о том, что наиболее эффективным способом подачи воздуха внутрь пространства резервуара является «вихревой» способ. Потеря массы с полной поверхности при этом способе больше чем при остальных способах во всех случаях. Вероятно, это связано с тем, что при данном способе подвижность воздуха внутри резервуара значительно выше чем при остальных способах, поэтому данный способ нуждается в дополнительных исследованиях, касающихся измерения скоростей потоков воздуха на различных уровнях внутри установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. N 1479 "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями).
2. Назаров В.П. Методы и способы снижения пожаровзрывоопасности процессов дегазации нефтяных резервуаров // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2019. – №. 1. – С. 19-24.
3. Киршев А.А. Результаты сравнительных экспериментальных исследований способов вентиляции вертикальных цилиндрических резервуаров перед ремонтными работами // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2013. – №. 2. – С. 38-41.
4. Степаненко Д. А. Обеспечение пожаровзрывобезопасности вертикальных стальных резервуаров вихревой принудительной вентиляцией // Материалы двадцать восьмой международной научно-технической конференции «Системы безопасности–2019» – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2019. 434 с.

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОЖАРОВ

Суравегин А.В., Баканов М.О., Кувшинов Г.В.

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье проводится анализ современных средств мониторинга, рассматриваются системы мониторинга пожаров. Рассмотрена специфика реализации систем мониторинга, которая зависит от его видов и специфики основных функций.

Ключевые слова: мониторинг, тушение пожара, информация, принятие решений.

FIRE MONITORING SYSTEMS

Surovegin A.V., Bakanov M.O., Kuvshinov G.V.

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»

Abstract. In the article the analysis of modern means of monitoring, we consider systems of monitoring fires. The specifics of the implementation of monitoring systems, which depends on its types and the specifics of the main functions, are considered.

Keywords: monitoring, fire fighting, information, decision-making.

Стремительное развитие цифровых технологий определило объективную потребность в оснащении результатов мониторинга как информационной составляющей управления интеллектуальным анализом результатов мониторинга – аналитической составляющей управления. Мониторинг пожара осуществляется с использованием средств мониторинга, то есть технических устройств, предназначенных для решения задач получения, обработки, хранения и передачи данных, включая представление данных потребителю результатов мониторинга [1]. Средства мониторинга классифицируются по виду, способу размещения, а также по назначению и характеру использования. По способу размещения средства мониторинга разделяют на стационарные (технические устройства, не предусматривающие изменение их позиции в процессе мониторинга) и мобильные (технические устройства, предусматривающие возможность перемещения, изменения позиции в пространстве) при реализации мониторинга, посредством участников тушения пожара пожарной и приспособленной для средств пожаротушения техники и технических средств.

По назначению средства мониторинга подразделяются на средства съема данных; средства передачи данных; устройства представления данных; устройства и блоки оперативной обработки данных; устройства хранения данных. Взаимодействие средств мониторинга происходит с использованием проводных и беспроводных линий связи. Совокупность средств мониторинга, включая структуры их взаимодействия, предназначенная для обеспечения потребителей результатов мониторинга информацией о возникновении и прогнозе развития пожара, является системой мониторинга пожара.

Системы мониторинга классифицируются по четырем основным признакам:

1. По функциям мониторинга: монофункциональные и многофункциональные;
2. По удаленности мониторинга: локальные и дистанционные;
3. По количеству параметров мониторинга: однопараметрические и многопараметрические;
4. По способу мониторинга: дискретные и непрерывные.

Анализируя системы мониторинга по функциям мониторинга, выделяют монофункциональную систему, рассматривая ее как вид систем мониторинга, включающих в себя реализацию только одной из функций мониторинга пожара. В свою очередь, многофункциональная система мониторинга пожара реализует одновременно нескольких функций мониторинга пожара.

Рассматривая существующие системы мониторинга пожара (далее – системы), исходя из специфики принятия решений при управлении на пожарах, в первом приближении можно выделить два основных вида систем, рассматриваемых ниже.

К одному из перспективных видов относятся системы, позволяющие проводить сбор информации для принятия решений с помощью средств объективного дистанционного мониторинга состояния пожаров.

Система информационного мониторинга пожара предназначена только для сбора, обработки и хранения результатов мониторинга и обеспечивает идентификацию состояния пожара [2]. Системы предназначены для решения двух основных задач: 1 – констатация и прогноз развития пожара; 2 – оценка результативности действий по тушению пожара. Функция прогноза развития пожара предназначена для оценки динамики параметров пожара с целью принятия решений о возможности его тушения имеющимися техническими системами или силами и средствами пожарно-спасательного подразделения. Внедрение системы прогнозного мониторинга обусловлено использованием для принятия управленческих решений прогнозных значений параметров, полученных на основе текущих значений с использованием соответствующих прогнозных математических моделей. Функция оценки результативности тушения пожара предназначена для оценки результатов действий по тушению пожара по заданным критериям результативности. В общем случае данный вид систем мониторинга обеспечивает потребителя результатов мониторинга данными, позволяющими сделать вывод о том, насколько эффективно участники тушения пожара выполняют поставленные перед ними задачи.

В общей концепции управления при тушении пожаров под мониторингом пожара понимают процесс непрерывного или дискретного сбора данных о динамике пожара, включая обработку, анализ, а также представление данных с целью обеспечения системы управления действиями по тушению пожара и других потребителей результатами мониторинга, полной и дифференцированной по иерархии управления информацией о возникновении и прогнозе развития пожара. Потребителями результатов мониторинга являются должностные лица и структуры управления, непосредственно использующие результаты мониторинга для принятия решений, направленных на локализацию и ликвидацию пожара. В основном практика тушения пожаров показывает, что потребителями результатов мониторинга являются руководитель тушения пожара, должностные лица нештатной структуры управления действиями на пожаре (оперативный штаб пожаротушения), должностные лица центра управления в кризисных ситуациях МЧС России, а также другие структуры, заинтересованные в результатах мониторинга состояния пожара [1].

При разработке модели дистанционного мониторинга состояния пожара необходимо произвести обоснованный выбор метода моделирования мониторинга пожара. Для этого рассмотрим основные подходы моделирования мониторинга состояния пожара: модель соответствия требуемым значениям; модель взаимодействия входных и выходных параметров; процессная модель мониторинга; динамическая модель мониторинга.

Метод оценки соответствия состояния – это один из наиболее распространенных методов мониторинга состояния пожара, основанный на системе принципов определения возникновения пожара на объекте, оборудованном системой мониторинга. На основе данного метода разрабатывается модель оценки состояния пожара. Возникновение пожара в данной модели соответствует ситуации, когда один или несколько параметров, контролируемых системой мониторинга пожара, примет значение, превышающее заранее заданные критические значения. Например, если в качестве контролируемого параметра

пожара рассмотреть температуру газовой среды с критическим значением $t = 64$ °С, то в случае, если измерение данного параметра средством мониторинга превысит данное значение, система мониторинга трактует данное событие как пожар. Достоинством данной модели мониторинга является простота реализации, а недостатком – ограниченные возможности интерпретации результатов мониторинга.

Метод мониторинга пожара, построенный на принципе «вход – выход», определяет процесс мониторинга по схеме «черного ящика» и используется при моделировании изменения критических значений. Данный метод используется для средств мониторинга с функцией самодиагностики. На основе самодиагностики средства мониторинга самостоятельно изменяют критические значения контролируемого параметра пожара. Достоинством метода является повышенная объективность результатов мониторинга, недостатком – необходимость использования дополнительных цифровых моделей обработки результатов, существенно расширяющих диапазон допустимых значений контролируемого параметра.

Динамический метод моделирования мониторинга пожара подразумевает описание процесса изменения значений мониторинга пожара посредством систем дифференциальных уравнений. Модель мониторинга построена на основе динамического метода и предназначена для контроля как одного, так и нескольких параметров пожара. Процесс мониторинга состоит в том, что после достижения контролируемым параметром своего критического значения средство мониторинга фиксирует это событие и продолжает непрерывное наблюдение за динамикой его значений, где каждому диапазону значений присваивается определенное число, соответствующее состоянию пожара [5]. Достоинством данной модели мониторинга является большее чем одно контролируемое состояние пожара и возможность моделирования динамики нескольких контролируемых системой мониторинга параметров пожара. Недостатком данной модели является сложность реализации.

В целях теоретического обобщения существующих моделей необходимо произвести разработку аналитического способа моделирования динамики параметров пожара в процессе дистанционного мониторинга состояний пожара. При этом в качестве основы для теоретического обобщения будет рассмотрена модель клеточных автоматов и интегральный метод моделирования пожара в помещении [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов А.О. Руководство по повышению эффективности действий подразделений пожарной охраны при ликвидации пожаров на начальных этапах развития в зданиях с использованием информации от мониторинговых систем поддержки управления [Текст] / А.О. Семенов, Д.В. Тараканов, М.О. Баканов и др. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. – 35 с.
2. ГОСТ Р 22.1.12–2005. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования. Введ. 2005-09-15. М., 2005, 13 с.
3. Бобков С.П. Использование систем клеточных автоматов для моделирования нелинейных задач теплопроводности [Текст] / С.П. Бобков, Ю.В. Войтко // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2009. –Т. 52, № 11. – С. 126-128.
4. Баканов М.О. Дистанционный мониторинг техногенных пожаров и чрезвычайных ситуаций / Баканов М.О., Тараканов Д.В. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 1 (373). С. 173-177.
5. Тараканов Д.В. Совершенствование модели качества мониторинга крупных пожаров и чрезвычайных ситуаций / Тараканов Д.В., Баканов М.О. // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2018. № 1 (26). С. 91-95.

АНАЛИЗ МЕТОДИК ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ УГЛОВОГО КОЭФФИЦИЕНТА ОБЛУЧЕННОСТИ ПРИ РАСЧЕТЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ МЕЖДУ ЗДАНИЯМИ С КРОВЛЯМИ, ВЫПОЛНЕННЫМИ ИЗ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Тетерюков А.В., Дробыш А.С.

Пастухов С.М. кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Определение величины углового коэффициента облученности при расчете противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями с кровлями, выполненными из горючих материалов.

Ключевые слова: противопожарный разрыв, геометрические параметры пламени, угловой коэффициент облученности, горючие кровельные материалы.

ANALYSIS OF METHODS FOR DETERMINING THE CONFIGURATION FACTOR WHEN CALCULATING FIRE RISKS BETWEEN BUILDINGS WITH DOUBLE ROOFS MADE OF COMBUSTIBLE MATERIALS

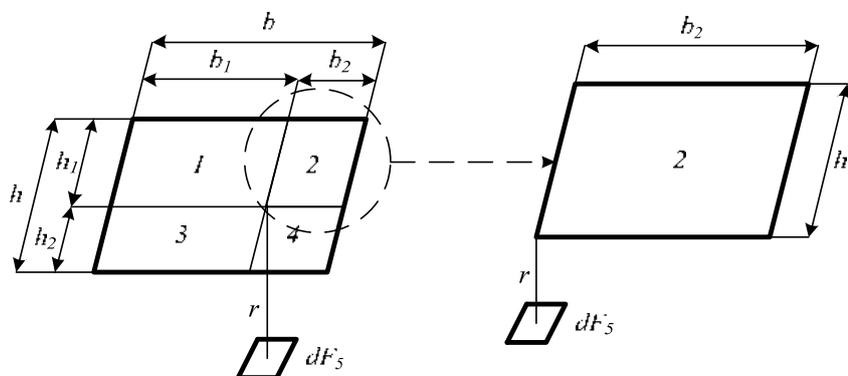
Tetetyukov A.V., Drodysh A.S.

Pastukhov S.M., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. Determination of the configuration factor in the calculation of fire breaks between buildings with roofs made of combustible materials.

Keywords: fire-break, flame's geometrical parameters, configuration factor, combustible roofing materials.

При проведении расчетов по определению противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями рассматривают частный случай лучистого теплообмена между двумя поверхностями: излучающей и принимающей. В качестве излучающей поверхности при расчетном варианте пожара, принимают геометрические параметры пламени приведенные, как правило, к прямоугольной форме. Принимающей поверхностью является элементарная площадка, площадью 1 м^2 , выбранная на фасаде соседнего здания по условиям безопасности, для материала с низшей критической плотностью теплового потока (рисунок 1) [1].



а) суммарный угловой коэффициент облученности от излучающей поверхности

б) частный случай углового коэффициента облученности от части излучающей поверхности

Рисунок 1 – Схема к определению углового коэффициента облученности от излучающей поверхности в виде прямоугольника

Сложность определения углового коэффициента облученности заключается в том, что излучающая поверхность по отношению к принимающей поверхности может располагаться под любым углом наклона и на любом расстоянии. В общем случае, угловой коэффициент облученности определяется по формуле 1 [2, 3]:

$$\varphi = \int_{F_2} \frac{\cos \beta_1 \cdot \cos \beta_2}{\pi \cdot S^2} \cdot dF_2, \quad (1)$$

где β_1 и β_2 – углы между геометрическими центрами и соответствующими нормальными; S – расстояние между излучающей и принимающей поверхностями, м; dF_2 – доля теплового потока от излучающей поверхности [4].

Таким образом, рассматривая частный случай, изображенный на рисунке 1, определения углового коэффициента облученности, излучающая поверхность разбивается на 4 прямоугольника [5], в зависимости от расположения геометрического центра принимающей поверхности, после чего определяется угловой коэффициент облученности от каждого прямоугольника (рисунок 1б) на принимающую поверхность по формуле 2:

$$\varphi_{2-5} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{b_2}{\sqrt{r^2 + b_2^2}} \operatorname{arctg} \frac{h_1}{\sqrt{r^2 + b_2^2}} + \frac{h_1}{\sqrt{r^2 + h_1^2}} \operatorname{arctg} \frac{b_2}{\sqrt{r^2 + h_1^2}} \right), \quad (2)$$

где b_2 – ширина второго прямоугольника (рисунок 1б), м; h_1 – высота прямоугольника, м; r – расстояние между излучающей и принимающей поверхностями, м.

Суммарный угловой коэффициент облученности (рисунок 1а) определяется по формуле 3 [1]:

$$\varphi = \varphi_{1-5} + \varphi_{2-5} + \varphi_{3-5} + \varphi_{4-5}. \quad (3)$$

Анализ методик по определению плотности теплового потока при лучистом теплообмене показал, что в расчетах используют различные формы излучающей поверхности. Методики В. Karlsson и G.J. Quintiere [6] и В.Ф. Кудаленкина [7] позволяют рассчитывать угловой коэффициент облученности от излучающих площадок следующих форм: треугольник, трапеция, сектор, полукруг и круг. Однако данные методики имеют следующие недостатки: рассматриваются только частные случаи, при условии, что проекция принимающей поверхности точно определена по отношению к излучающей поверхности; случаи, рассматриваемые в методиках, крайне редко встречаются, в виду индивидуальных особенностей каждого здания или сооружения [8].

Таким образом, актуальной задачей является разработка универсальной математической модели по определению углового коэффициента облученности от излучающей поверхности произвольной формы, с учетом того, что данный коэффициент является геометрическим параметром, полученную модель можно будет использовать в различных методиках по определению противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями.

Работа выполняется при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (Т20М-051).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ройтман, М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве / М.Я. Ройтман. – Москва: Стройиздат, 1985. – 590 с.
2. Hankinson, G.A Method for calculating the configuration factor between a flame and a receiving target for a wide range of flame geometries relevant to large scale fires / G. Hankinson // Fire Saf. Sci. – 1986. – Т. 1 – P. 197-206.
3. Drysdale, D. An Introduction to Fire Dynamics / D. Drysdale. – Chichester: University of Edinburgh, 1999. – 470 p.

4. Михеев, М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И. М. Михеева. – Москва: Энергия, 1977. – 344 с.
5. Хрусталеv, Б.М. Тепло- и массообмен: учеб. пособие: в 2 ч. / Б.М. Хрусталеv [и др.]. – Минск: БНТУ, 2007. – Ч. 1. – 606 с.
6. Karlsson, B. Enclosure Fire Dynamics / B. Karlsson, J. G. Quintiere. – Boca Raton: CRC Press, 2000. – 316 p.
7. Пожарная профилактика в строительстве / Б.В. Грушевский [и др.]; под ред. В.Ф. Кудаленкин. – Москва, 1985. – 454 с.
8. Пастухов, С.М. Анализ подходов по оценке минимально допустимых расстояний между зданиями при воздействии пожара / С.М. Пастухов, С.М. Жамойдик, А.В. Тетерюков // Вестн. КИИ МЧС Респ. Беларусь. – 2014. – Т. 20, № 2. – С. 23–31.

УДК 614.842.9

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ И ОПЕРАТИВНОСТИ ПРИ СЛЕДОВАНИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ НА МЕСТО ВЫЗОВА

Тимошенко А.Л.

Самигуллин Г.Х., доктор технических наук, доцент

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. С каждым годом количество автомобилей на дорогах растет. Вместе с этим показателем растет число аварий с участием спецтранспорта. Попавший в аварию пожарный автомобиль не только не прибудет на место первоначального назначения, но и станет участником другого происшествия.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, подразделение пожарной охраны, место вызова, специальные световые и звуковые сигналы, водитель, диспетчер, пожарный автомобиль, Автоматизированная система управления дорожным движением, Единая дежурно-диспетчерская служба.

ENSURING TRAFFIC SAFETY AND SPEED WHEN FIRE BRIGADES FOLLOW TO THE SITE

Timoshenko A.L.

Samigullin G.H., Grand PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

Abstract. Every year the number of cars on the roads grows. Along with this indicator, the number of traffic accidents involving special vehicles is growing. A fire truck involved in a traffic accident will not arrive at its initial destination and will become involved in another accident.

Keywords: traffic accident, fire brigades, the site, special light and sound signals, driver, dispatcher, fire truck, Automated Traffic Control System, Single Duty Dispatch Service.

Основными видами дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с пожарной техникой являются столкновения, наезды на неподвижные препятствия, наезды на пешеходов, опрокидывания. Одной из причин ДТП является непредоставление преимущества в движении пожарным автомобилям с включенными проблесковым маячком синего цвета и специальным звуковым сигналом. В условиях напряженного городского движения пожарным сложно добраться до места вызова, поэтому рядовые водители обязаны уступать дорогу спецтранспорту. Важнейшим мероприятием по предупреждению ДТП является

пропаганда права преимущества пожарных машин на дороге среди населения во всех доступных гражданам информационных ресурсах.

Согласно Правилам по охране труда в подразделениях пожарной охраны ответственным за безопасное движение пожарного автомобиля является водитель, а начальник дежурного караула (смены) или начальник подразделения пожарной охраны, выехавший во главе дежурного караула (смены) к месту вызова, контролирует соблюдение водителем правил дорожного движения. Поэтому при следовании на место вызова перед водителем пожарного автомобиля стоят две главные задачи: добраться до места пожара по самому короткому маршруту с максимально возможной скоростью и соблюдать все меры безопасной езды. [1]

Как известно, время прибытия пожарных на объект не должен превышать 10 минут для городских населенных пунктов и 20 минут для сельских поселений [2]. Однако, данные требования не всегда выполняются по различным причинам – постоянным, которые в большей степени не зависят от пожарных подразделений, или случайным, влияние которых при определенных профилактических мерах может быть существенно снижено. Так с целью уменьшения времени прибытия подразделения пожарной охраны к месту вызова и предупреждения происшествий с техникой на дорогах разработан и проводится комплекс организационно-технических мероприятий [3].

В условиях стремительного развития новых технологий необходима периодическая корректировка и обновление существующих правил и рекомендаций. Исходя из этого, предложены следующие профилактические мероприятия, направленные на решение описанных проблем:

1. Включение специальных световых и звуковых сигналов пожарной техники, выезжающей в помощь, только после подтверждения информации о чрезвычайном происшествии. Если на объект, на котором произошло чрезвычайное происшествие, установлен повышенный номер вызова (ранг пожара), то в случае объявления сигнала «Тревога» подразделение пожарной охраны, в районе выезда которого находится данный объект, выезжает на место вызова с включенными специальными световыми и звуковыми сигналами. Подразделения, выезжающие на этот объект, находящийся в их подрайоне выезда (в помощь), выезжают на место вызова с выключенными специальными световыми и звуковыми сигналами. И только после подтверждения информации заявителя о чрезвычайном происшествии первым прибывшим пожарным подразделением, подразделения пожарной охраны, выезжающие в помощь, включают специальные световые и звуковые сигналы. Такой метод позволит снизить аварийность среди пожарных автомобилей на дорогах при следовании на место вызова.

2. Использование и развитие автоматизированной системы управления дорожным движением. В рамках улучшения условий движения транспорта на улично-дорожной сети города Центром организации дорожного движения в больших городах России создана Автоматизированная система управления дорожным движением (АСУДД), включающая в себя управляемые светофорные объекты в различных режимах, в том числе автоматическом, дорожные знаки, динамические информационные табло, датчики транспортных потоков и видеокамеры. При взаимодействии Единой дежурно-диспетчерской службы (ЕДДС) с Центром организации дорожного движения и использовании АСУДД диспетчер ЕДДС получит возможность координировать маршрут следования и регулировать режим работы светофорных и других дорожных объектов в целях своевременного и безопасного прибытия подразделений пожарной охраны на место вызова.

3. Внедрение GPS-контроля в пожарные автомобили. Установка GPS-системы в кабину пожарного автомобиля позволит диспетчеру ЕДДС определять местоположение и перемещение пожарной машины на карте в реальном времени, используя при этом функционал АСУДД, впоследствии анализировать историю такого передвижения. Голосовая двухсторонняя GSM-связь водителя с диспетчером позволит корректировать маршрут следования при возникновении возможных препятствий на дороге. Благодаря соединению GPS-передатчика со спутниковой системой на дисплее навигатора отображается информация об актуальных событиях на дороге — перекрытиях, авариях, дорожных работах и других дорожных заторах.

Стоит сказать, что данные методы актуальны не только для подразделений пожарной охраны, но и для других экстренных служб. Предложенные мероприятия уже зарекомендовали себя и активно используются в зарубежных развитых странах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.12.2020 № 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны» [Электронный ресурс]: // Официальный сетевой ресурс Министерства труда и социальной защиты РФ. Электрон. дан. - Москва, 2021. - Режим доступа: - <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/1765> Загл. с экрана.
2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 27.12.2018) [Электронный ресурс]: // Российская газета. – 2008. – № 163.// Официальный сетевой ресурс Президента РФ. - Электрон. дан. - Москва, 2021. - Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/27899> Загл. с экрана.
3. Приказ МЧС России от 01.10.2020 № 737 «Об утверждении Руководства по организации материально-технического обеспечения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» [Электронный ресурс]: // Официальный сетевой ресурс Центра нормативной и технической документации. . - Электрон. дан. - Москва, 2021. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/566061135> Загл. с экрана.

УДК 539.12: 614.8

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР ТЕМПЕРАТУР ПЛАВЛЕНИЯ И МАССОВЫХ СКОРОСТЕЙ ВЫГОРАНИЯ В ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДАХ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Трегубова Ф.Д., Куренная Н.Н.

Трегубов Д.Г., кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. Исследованы зависимости изменения температур плавления и массовых скоростей выгорания в гомологическом ряду алканов и спиртов нормального строения. Показано, что для данные параметры имеют колебательный характер в виде разных зависимостей для «четных» и «нечетных» молекул по количеству атомов в углеродном каркасе молекулы.

Ключевые слова: температура плавления, массовая скорость выгорания, алканы, спирты, углеродный каркас молекулы.

THE OSCILLATORY CHARACTER OF MELTING TEMPERATURES AND MASS BURNING RATES IN HOMOLOGICAL SERIES OF COMBUSTIBLE LIQUIDS

Tregubova F.D., Kurinna N.M.

Tregubov D.G., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

National University of Civil Defence of Ukraine

Abstract. The dependences of the change in melting temperatures and mass burnup rates in the homologous series of alkanes and alcohols of normal structure are investigated. It is shown that for these parameters have a vibrational character in the form of different dependences for "even" and "odd" molecules according to the number of atoms in the carbon skeleton of the molecule.

Keywords: melting point, mass burnup rate, alkanes, alcohols, carbon skeleton of a molecule.

Большой ущерб народному хозяйству и окружающей среде наносят пожары. Опасным развитием событий характеризуется развитие пожаров класса «В», на тушение которых расходуется много сил и средств. Например, тушение пожара на нефтебазе в селе Крячки в 2015 г. (Киевская область, Украина) продолжалось неделю [1].

Одним из важнейших параметров, который определяет степень опасности и сложность тушения пожара, является его теплота (кДж/с), которая в значительной степени зависит от массовой скорости выгорания вещества, V_m , г/(м²с). Массовая скорость выгорания, в свою очередь, связана со значением температур плавления и кипения. Одновременно существует аномалия, заключающаяся в том, что на процесс плавления в одном гомологическом ряду влияет явление «четных-нечетных» молекул по количеству атомов углерода в углеродном каркасе молекул углеводородов. Эта аномалия имеет место и для параметра «массовая скорость выгорания» [2]. Поэтому важной составляющей прогнозирования условий развития пожара и возможности его тушения является знание законов изменения состояния горючих веществ в процессе фазовых переходов.

Температура плавления относится к основным параметрам, по которым можно охарактеризовать как общие свойства, так опасность хранения веществ. Однако зависимость увеличения температур плавления в одном гомологическом ряду (с увеличением количества атомов углерода в молекуле) имеет заметно колебательный характер, что связано с образованием надмолекулярных структур кластерного типа с разным принципом объединения в кластер для «четных» и «нечетных» молекул. Без учета наличия таких отклонений от общей зависимости трудно прогнозировать свойства вещества. Колебательный характер значений температур плавления наблюдается последовательно для молекул с «четным» и «нечетным» количеством атомов углерода, а также для массовых скоростей выгорания n-спиртов при пожаре [2]. Данный факт можно объяснить образованием надмолекулярных образований в виде кластеров по различным принципам для «четных» и «нечетных» молекул, что позволяет объяснить параметр эквивалентной длины кластера. Расчет эквивалентной длины для изомерных молекул и с наличием функциональных групп оказывается адекватной базой при прогнозировании их температур самовоспламенения [3].

В таблице 1 приведены результаты анализа последовательности изменения температур плавления веществ ряда n-алканов до $n_C = 24$. Далее колебательный характер данной зависимости становится менее заметным. Данные таблицы показывают несколько уровней периодичности для «четных» и «нечетных» молекул в виде скорости и ускорения роста температур плавления. Например, температура плавления следующего алкана за «четным» (кроме этана) оказывается больше на 9,0–3,0 °С, в то время как для предыдущего – на 39,0–3,5 °С меньше (Δt уменьшаются с ростом n_C). Близкий характер указанной периодичности в гомологическом ряду алканов наблюдается и для параметра ускорения изменения температур плавления ($\Delta \Delta t$). Также, по значениям молярных масс произведено расчетное прогнозирование температур плавления n-алканов в диапазоне $n_C = 1 \div 100$, формула (1), которая дает корреляцию со справочными данными $R = 0,999$ и среднюю погрешность 8,9 °С..

Таблица 1. Характеристика изменения температур плавления в ряду n-алканов

Параметр		Количество атомов углерода в молекуле n-алканов											
		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
t, °С	нечетные	-182,5	-187,7	-129,7	-90,6	-51,0	-25,6	-5,5	9,9	22,0	32,1	40,5	47,6
	четные	-183,3	-138,4	-95,3	-56,8	-29,7	-9,6	5,9	18,2	28,2	36,8	44,4	50,9
Δt , °С	нечетные	- 0,8	39,3	34,4	33,8	21,7	16	11,4	8,3	6,2	4,7	3,9	3,3
	четные	- 4,4	8,7	4,7	5,8	4,1	4,1	4,0	3,8	3,9	3,7	3,2	2,8
$\Delta \Delta t$, °С	нечетные	-	3,6	30,6	29,7	28,0	17,6	11,9	7,4	4,5	3,3	1,0	0,7
	четные	-	-43,7	-35,7	-29,1	-15,9	-11,9	-7,3	-4,3	-3,4	-0,8	-0,2	-0,1

$$t_{\text{пл}} = \frac{30000}{(\mu^{0,91} + 41)} + \frac{3900}{(\mu^{1,05} - 0,4)^2} - \frac{\mu}{150} + 162, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (1)$$

Зависимость для массовой скорости выгорания алканов и спиртов нормального строения (которая снижается после определенного значения длины углеродного скелета молекулы) оказывается обратнопропорциональной температурам плавления (которые возрастают в гомологическом ряду). Данная взаимосвязь наблюдается для спиртов, начиная с бутанола и для алканов – начиная с гексана. У алканов первые четыре гомолога при нормальных условиях существуют в газообразном состоянии, поэтому не отражены на графической зависимости.

На лабораторном очаге пожара класса «В» проведено измерение характера изменения массовой скорости выгорания в гомологических рядах спиртов и алканов нормального строения. Полученные данные коррелируют со справочными данными [4]. По данным рис. 1. можно сделать несколько замечаний по зависимостям для массовой скорости выгорания.

1. Существует колебательный характер зависимости для «парных» и «никак парных» молекул в результате разной упаковки в надмолекулярную строение.

2. Колебательный характер массовой скорости выгорания в ряду алканов нормального строения менее интенсивен, чем для n-спиртов, поскольку алканы имеют менее сильное межмолекулярное взаимодействие.

3. До определенного количества атомов углерода в молекуле наблюдается рост значений массовой скорости выгорания, а далее – снижение параметра. Рост молярной массы и температуры кипения определяет торможения испарения; снижение температур самовоспламенения ($T_{\text{св}}$) – ускоряет процесс зажигания. Поскольку в метанола должна массовой скорости выгорания, можно говорить, что фак-тор большой $T_{\text{св}}$ влияет больше, чем имела молярная масса. При стабилизации значений $T_{\text{св}}$ для дов-гих молекул в гомологическом ряду [3] преобладает фактор увеличения молярной массы.

4. Для изомерных молекул положительные и отрицательные отклонения от зависимости для соединений нормальной строения. Соединения с одной метильной группой ведут себя как более длинные; а с несколькими изомерных группами – имеют неожиданную большую массовую скорость выгорания, несмотря на большую $T_{\text{св}}$.

5. Технический метанол и этанол содержат воду, поэтому для пс «1» или «2» наблюдаются различия между данными для химически чистых и водосодержащих жидкостей.

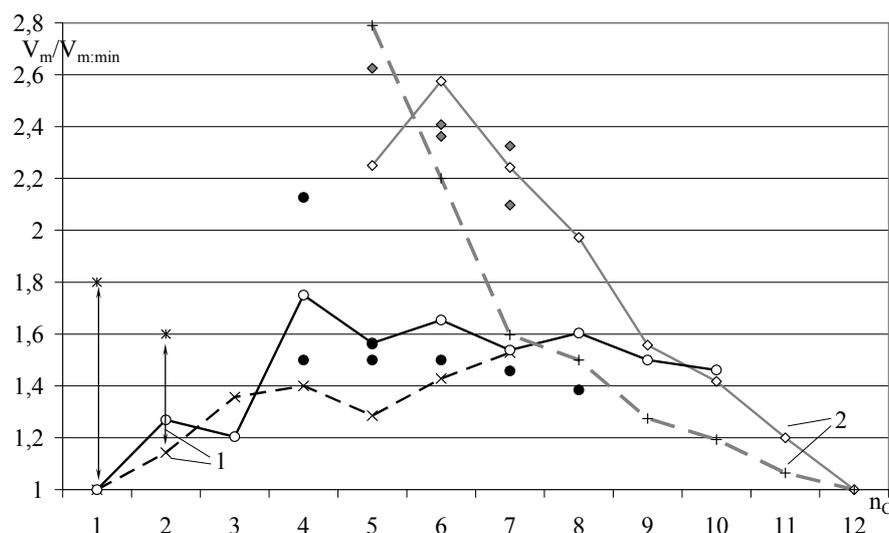


Рис. 1. Относительные массовые скорости выгорания ($V_m/V_{m,min}$):
 сплошные линии – справочные данные, пунктирные – эксперимент;
 1 – n-спирты; 2 – n-алканы; \circ , \diamond – соединения нормального строения; \bullet , \blacklozenge – соединения изо-строения (справочные данные); ж – спирты с содержанием воды

Также можно отметить, что наибольшую массовую скорость выгорания имеют спирты и алканы с числом атомов углерода в молекуле 4-7. Жидкости с нечетным количеством углерода в каркасе молекулы имеют меньшее значение массовой скорости выгорания от ожидаемого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Краснов А.В., Садыкова З.Х. и др. Статистика чрезвычайных происшествий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 2007–2016 гг // Нефтегазовое дело. 2017. №6. С. 179–191.
2. Киреев А.А., Трегубов Д.Г., Лещева В.А. Исследование тушения спиртов сухим и смоченным пеностеклом // Проблемы пожарной безопасности. №47. 2020. С.35–44. URL: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10942>.
3. Тарахно О.В., Жернокльов К.В., Трегубов Д.Г. та ін. Теорія розвитку та припинення горіння. Практикум. Ч.1. Х.: НУЦЗУ, 2010. 309 с.
4. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения, в 2 ч. М.: Пожнаука, 2004. 1448 с.

УДК 564.48.01

НОВЫЙ ОГНЕБИОЗАЩИТНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ МОДИФИКАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ

Умаров Б., Жумаев К.

Мухамедгалиев Б.А., доктор технических наук, профессор

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. Разработаны новые полимерные огнебиозащитные составы для поверхностной модификации древесины на основе фосфор-и кремнийсодержащих соединений. Исследованы некоторые специфические особенности горения и термодеструкции древесных материалов, а также показано снижение количества выделяющихся при горении модифицированной древесины газов.

Ключевые слова: термораспад, термодеструкция, дымообразование, горение, биоиндикация, тление, древесина, строительные конструкции, огнестойкость.

A NEW FIRE- AND BIOPROTECTION COMPOSITION FOR SURFACE MODIFICATION WOOD

Umarov B., Jumaev K.

Mukhamedgaliev B.A., Grand PhD, Professor

Tashkent institute architecture and civil engineering

Abstract. The new polymeric fire-and bio safety compositions is Designed for surface modification to wood on base phosphorus-and silyconcontaining join. Explored some specific particularities of the combustion and thermicdestruction wood material, as well as is shown reduction amount standing out at combustion modified woods gas.

Keywords: thermicdesay, thermo destruction, smog formation, combustion, bioindication, smoldering, wood, building designs, flammability.

Главным недостатком деревянных строительных конструкций является их высокая пожарная опасность. При возникновении пожара на объекте с применением древесины и материалов на ее основе появляется возможность его быстрого распространения и увеличивается вероятность гибели людей от комплексного воздействия таких опасных факторов, как высокая температура окружающей среды, дым, токсичность продуктов сгорания [1-2]. По статистическим данным в мире в 2019 году произошло более 25 тысяч пожаров и погибло свыше 30000 человек. При этом более 90 % пожаров произошло в жилом секторе, 25 % пожаров и 35 % гибели людей – в сельской местности. Как известно, самое широкое применение деревянные конструкции находят именно в этих сегментах строительной отрасли.

Не менее значительной проблемой применения древесины в строительстве является ее склонность к биоразложению. При благоприятных для микроорганизмов и насекомых условиях разрушение конструкции может произойти достаточно быстро, в течение нескольких лет. При этом основным фактором, определяющим развитие грибов является температурно-влажностный режим эксплуатации. Эти проблемы можно эффективно решать применением пропиточных составов поверхностного нанесения с комплексом защитных свойств - огнебиозащита. Такие составы сейчас активно внедряются в практику. Сравнительный анализ свойств современных огнезащитных составов показал, что имеется ряд недостатков. К основным из них относятся: улетучивание, миграция на поверхность, растворение, низкая биозащитная или влагозащитная способность, высокая стоимость, необходимость применения дополнительных покрытий. Устранение вышеуказанных недостатков можно лишь применением высокомолекулярных огнезащитных составов.

Методы испытания горючести, дымообразующей способности и токсичности выделяющихся при горении древесины газов различны. На практике дымообразующую способность древесных материалов оценивали по максимальной величине оптической плотности дыма в расчете на единицу площади образца, по методу ASTM E-662. Эти испытания были проведены в лаборатории «Термодинамика процессов горения» Университета КЕИО (Япония), который рекомендует применять оптоэлектронные испытания материалов (ISO 5660-1 и ISO 5659 соответственно). Для оценки огнестойкости полимеров применяли также метод “керамической трубы” (ШНК 2.01.02-04). Исследована способность составов на основе олигомеров фосфористой кислоты и олигоорганокремнийфосфатов повышать огнезащищенность древесины в зависимости от строения олигоорганокремния, концентраций компонентов и расходов готовых растворов. Был применен также термогравиметрический анализ образцов на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдеи [3]. В качестве объекта исследования были применены образцы различной древесины. Определение показателя токсичности проводили газохроматографическим и аналитическим методом по ШНК 2.01.02-04. При испытании локальный источник зажигания не использовали. Влажность образцов колебалась в пределах 4-9 %. Огнестойкость определяли одним из общепринятых экспресс-методов, т.е. методом «огневая труба».

В результате исследований, было установлено, что фосфорорганические соединения, являющиеся эффективными антипиренами и биоцидами, способны поверхностно модифицировать древесину не только в “мягких” условиях, но и в жестких условиях, а также выступать в качестве проводника для взаимодействия древесины с другими компонентами пропиточных составов, в т.ч. с фосфорсодержащими органическими гидрофобизаторами. Это позволило предположить, что возможно создание такого пропиточного состава на основе фосфор- и кремнийорганических соединений, с учетом прохождения химического взаимодействия между ними и поверхностным слоем древесины, который будет обладать длительным комплексным защитным эффектом.

Целью проведенных нами исследований является разработка эффективного огнебиозащитного пропиточного состава для древесины на основе фосфор- и кремнийорганических соединений, обеспечивающих химическую модификацию ее поверхностного слоя.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо было решить следующие основные задачи, основным из которых является выбор фосфор- и кремнийорганических соединений, обеспечивающих химическое модифицирование поверхностного слоя древесины в «мягких» и «жестких» условиях и высокие огнебиозащитные свойства.

В качестве гидрофобизаторов были выбраны олигоорганосилоксаны, один из которых, полиэтилгидридсилоксан, является реакционноспособным и способен вступать в химическое взаимодействие с фосфористой кислотой и древесиной.

В качестве фосфорсодержащего компонента мы использовали фосфористую кислоту, полученную на основе фосфогипса - отхода АО «Махам-Аммофос». Обнаружено, что при смешении полиэтилгидридсилоксана с фосфористой кислотой, как в массе, так и в среде органических растворителей в широком интервале температуры, образуются высокомолекулярные вещества, которые не содержат свободных молекул мономеров.

Закономерности полимеризации полиэтилгидридсилоксана с фосфористой кислотой (ФК) изучали при эквимольных соотношениях исходных компонентов в интервале температур 333-373К в течение 300 минут. Протекание процесса полимеризации контролировали потенциометрическим титрованием кислотных групп. Поскольку изменение приведенной вязкости являются прямым результатом описываемых процессов, то количественная оценка двух этих факторов и послужила методом определения скорости полимеризации полиэтилгидридсилоксана и ФК.

Параметры нанесения для кремнийорганических соединений были выбраны на основании анализа работ по поверхностной модификации древесины. Оптимальная концентрация кремнийорганических соединений (КОС) в растворе гексана – 5%. С учетом того, что достаточно одного слоя для достижения гидрофобного эффекта, расход составил 100 г/м². В результате установлено, что II группа огнезащитной эффективности достигается для концентраций ФК+КОС 10, 20 и 40% при расходах готового раствора 500, 300 и 200 г/м² соответственно. I группа достигается при концентрации 20 и 40% и расходах готового раствора 700 и 400 г/м² соответственно. Из комплексных составов наибольшим огнезащитным эффектом обладает рецептура на основе фосфористой кислоты и полиэтилгидридсилоксана. Потеря массы - 28% при 200°C, что соответствует I группе огнезащитной эффективности. Проведены исследования пожароопасных свойств древесины, ее био- и влагостойкости в присутствии фосфор- и кремнийорганических соединений.

В результате исследования токсичности продуктов сгорания древесины было установлено, что в присутствии разработанных пропиточных составов токсичность продуктов горения (на основании концентрации СО) несколько увеличивается. При этом группа материала по токсичности по ШНК 2.01.02-04 продуктов горения не изменяется – Т3 (высокоопасные материалы). Для древесины в присутствии разработанных составов характерно увеличение времени достижения максимальных концентраций СО и СО₂ на 8-10 мин. и обработанной огнезащитными составами от плотности теплового потока. Результаты исследований влагопоглощения и водопоглощения древесины в присутствии разработанных составов показали, что применение только фосфорорганических соединений не снижает влаго- и водопоглощение древесины. Применение составов ФК+КОС приводит к снижению влагопоглощения и водопоглощения на 30-50 %. Исследования биостойкости древесины в присутствии разработанных пропиточных составов проводились в различных условиях эксплуатации. В результате лабораторных испытаний установлено, что контрольные образцы обросли грибами на 77%, на них наблюдается интенсивное развитие мицелия всех видов тесткультур грибов и спороношение. Биостойкость древесины в присутствии составов ФК+КОС оценена в 100%. На образцах в присутствии только кремнийорганических соединений видны 1-2 очага неразвитого мицелия *Penicillium*. Испытания в условиях сухого летнего климата показали, что контрольные образцы обросли грибами на 30 %, имеются повреждения термитами. Все образцы, обработанные пропиточными составами ФК +КОС показали 100 % стойкость к воздействию микроорганизмов. Испытания по оценке долговечности защитного действия разработанных составов проводились по методикам, разработанным сотрудниками кафедры

«Микробиология» Ташкентской государственной медицинской академии. В их основу положены атмосферостойкость и биостойкость материала в результате ускоренных испытаний в камере тепла и влаги Г-4. По результатам обследования поверхности образцов древесины было установлено, что в присутствии разработанных пропиточных составов защитный эффект может сохраняться до 25 лет при использовании в нормальных условиях.

В результате проведенных исследований, в качестве основы для разрабатываемого состава была выбрана огнезащитная композиция на основе фосфористая кислота и полиэтилгидридсилоксана. Сравнительный анализ разработанного нами нового состава с промышленными составами показало, что состав на основе ФК и ПЭГС по основному показателю – расходу состава для достижения необходимой био-и огнезащитной эффективности превосходит большинство современных составов.

Таким образом, разработанный состав является эффективным и по ряду характеристик превосходит современные антипирены с заявленным комплексным эффектом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонович А.А. Горение древесины; - М; Химия. 1992 г. -342 с.
2. Мухамедгалиев Б.А., Мирзоитов М.М. Горение и снижение горючести деревянных конструкции; -Ташкент; ТГТУ, 2018. - 156 с.
3. Jonson R., Fenimore D. Fire and flammability woods// Jour.Amer.chem.soc. A3,1999-p.460-467.

УДК 614.841

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА НОРМИРОВАНИЯ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Фещук Ю.Л., Балло Я.В.

Нижник В.В., доктор технических наук

Институт государственного управления и научных исследований по гражданской защите

Аннотация. Проведено изучение зарубежного опыта нормирования предела огнестойкости строительных конструкций высотных зданий с целью качественной разработки одного из разделов национального стандарта «Проектирование высотных общественных зданий с условной высотой от 100 м до 150 м»

Ключевые слова: высотное здание, огнестойкость, нормирование, пожарная безопасность

ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE IN RATIONING THE LIMIT OF FIRE RESISTANCE OF BUILDING STRUCTURES OF HIGH-RISE BUILDINGS

Feshchuk Yu.L. Ballo Ya.V.

Nizhnyk V.V., Grand PhD in Technical Sciences

Abstract. The study of foreign experience in standardization of the limit of fire resistance of building structures of high-rise buildings in order to qualitatively develop one of the sections of the national standard «Design of high-rise public buildings with a conditional height of 100 m to 150 m».

Keywords: high-rise building, fire resistance, rationing, fire safety.

Научно-обоснованная разработка национального стандарта «Пожарная безопасность. Проектирование высотных общественных зданий с условной высотой от 100 м до 150 м» требует изучения зарубежного опыта обеспечения пожарной безопасности в высотных зданиях, в частности нормирования предела огнестойкости высотных зданий.

Вопросам исследования требований пожарной безопасности высотных зданий посвящены работы [1, 2]. Однако в этих работах не уделено должного внимания нормированию пределу огнестойкости строительных конструкций.

В работе [3] рассмотрены принципы обеспечения пожарной безопасности высотных зданий, но упущены научные подходы к нормированию предела огнестойкости.

Важной составляющей обеспечения пожарной безопасности высотных зданий является обеспечение несущей способности строительных конструкций в течение определенного времени, что подтверждает актуальность исследования.

Цель работы – изучение зарубежного опыта нормирования предела огнестойкости строительных конструкций высотных зданий.

Для достижения поставленной цели определено перечень иностранных нормативных документов по обеспечению пожарной безопасности высотных зданий, необходимый для проведения анализа на основе: учета количества действующих высотных общественных зданий на 100000 жителей города, наличия современных систем противопожарной защиты в уже введенных в эксплуатацию высотных общественных зданиях, количества пожаров за последние 5 лет в высотных зданиях.

На основе анализа определенных документов по нормированию предела огнестойкости строительных конструкций высотных зданий, сформировано таблицу 1.

Проведенный анализ нормативных документов по вопросам нормирования огнестойкости зданий разных стран мира показал, что в каждом государстве свои подходы к нормированию, а особенно деление зданий по условной высоте. Для зданий с условной высотой выше 30 м устанавливаются минимальные требования для несущих конструкций с пределом их огнестойкости не менее 120 мин.

В Великобритании для зданий с условной высотой выше 30 м – обязательное оснащение автоматическими системами пожаротушения, независимо от высоты и функционального назначения, при этом предел огнестойкости несущих конструкций должен быть не менее 120 мин.

В Федеративной Республике Германия высотным считается здание с условной высотой 23 и более метров. Однако градация по высоте и требования к нормированию предела огнестойкости на каждой Земле ФРГ разные. Например, на Земле Гессен для зданий с условной высотой до 60 м предусмотрен предел огнестойкости несущих конструкций 90 мин, а выше 60 м – 120 мин.

В США нормирования огнестойкости несущих конструкций осуществляется для зданий с условной высотой до 135 м. Для несущих конструкций предусмотрен предел огнестойкости 180 мин при условии оснащения здания автоматическими системами пожаротушения, как правило спринклерными, в противном случае – 240 мин. Здания с условной высотой выше 135 м проектируются по индивидуальным техническим условиям.

В государствах СНГ (Россия, Беларусь, Казахстан) существенно отличается распределение зданий по условной высоте. Так, для зданий с условной высотой до 100 м в России для несущих строительных конструкций предусмотрено нормированный предел огнестойкости 150 мин. Для зданий с условной высотой от 100 м до 150 м – 180 мин. Россия одна из немногих стран мира, где предусмотрено нормирование пределов огнестойкости строительных конструкций для зданий с условной высотой более 150 м, предел огнестойкости несущих конструкций должен составлять не менее 240 мин.

Исходя из реалий сегодняшнего дня и учитывая тот факт, что требования по обеспечению пожарной безопасности высотных зданий с условной высотой от 73,5 м до 100 м нормированные в Украине, целесообразно взять за основу нормирование предела огнестойкости строительных конструкций при возведении зданий с условной высотой от 100 м до 150 м, исходя из зарубежного опыта. При этом принять самые жесткие требования по нормированию огнестойкости строительных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aluthwala A.D. Fire Safety in High Rise Buildings / Aluthwala A.D., D.K.S. Wickramarathne, R.K.M.J.B. Wijeratne, M.T.R. Jayasinghe // The Institution of Engineers, Sri Lanka, 2007. – pp. 01 – 05.
2. Jinhua Sun. A review on research of fire dynamics in high-rise buildings / Jinhua Sun, Longhua Hu, Ying Zhang // Theoretical & Applied Mechanics Letters, 2013. – 3. – pp. 042001-1 – 042001-13.
3. Самар А.П. Проблемы обеспечения пожарной безопасности высотных зданий / А.П. Самар, О.В. Холупова // Ученые заметки ТОГУ. – Хабаровск, 2013. – № 4, Т 4. – с. 1821 – 1826.

Таблица 1 – Минимальные значения пределов огнестойкости строительных конструкций зданий с высшей степенью огнестойкости
 Минимальные значения пределов огнестойкости строительных конструкций для домов с высшей степенью огнестойкости

Государство	Стены						Колонны	Лестничные площадки, косоуры, ступени, лестницы, балки, марши лестничных клеток	Перекрытия межэтажные	Элементы совмещенных покрытий +	
	несущие и л. клеток	само- несущие	внешние несущие	внутренние несущие	плиты, н-лы, п-ны					балки, ф-мы, арки, рамы	
					несущие	н-лы, п-ны					
Украина $73,5 < h \leq 100$ м	R 180 E 60	R 90 E60	E 60	EI 60	EI 60	R 180	R 90	REI 180	RE 30	R 30	
Великобритания ($h > 30$ м)	R 120*			EI 60	EI 60	R 120*	R 120*	R 120*	R 30	R 30	
ФРГ $h > 60$ м $23 \leq h < 60$ м	R 120 R 90			EI 60 EI 30	EI 60 EI 30	R 120	R 120 R 90	R 120 R 90	R 30	R 30	
Республика Болгария	R 120			EI 60	EI 60	R 180	R 90	R 120	R 60	R 60	
Латвийская Р-ка ($h > 50$ м)	REI 180					REI 180	R 60		R 60	R 60	
Республика Польша	R 120		EI 60	EI 30	EI 30	R 120		R 120	R 30	R 30	
США ($h < 135$ м)**	R 180* R 240		0	0	0	R 180* R 240					
КНР	R 180, R 120*		E 60	EI 45	EI 45	R 180	R 120 (балки) R 90 (л-цы)	R 90	RE 15	R 15	
Россия $h < 100$ м $100 < h < 150$ м $h > 150$ м	R 150 R 180 R 240		E 60 E 60 E 60	EI 90- EI 90- EI 90-	EI 90- EI 90- EI 90-	R 150 R 180 R 240	R 60 R 60 R 60	REI 120 REI 120 REI 120	RE 30 RE 30 RE 30	R 30 R 30 R 30	
Республика Беларусь ($h > 100$ м)	R 180 E 30		E 30	EI 60	EI 60	R 180	R 60	R 120	RE 30	R 30	
Республика Казахстан	R 180	R 90	EI 30	EI 60	EI 60	R 180	R 60	R 180	RE 30	R 30	

Примечание к таблице 1. * наличие автоматических систем пожаротушения; - указаны требования к перегородкам, разделяющие межквартирные помещения; ** в подавляющем большинстве случаев в США требования к нормированию строительных конструкций устанавливаются индивидуально; + кроме плит, настилов, прогонов балок, ферм, арок, рам, используемых для эвакуации и спасения людей, а также размещения площадки для вертолета или спасательной кабины на крыше.

**ИТОГИ НАДЗОРНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ,
ОСУЩЕСТВЛЕННЫХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2020 ГОДУ
НА ОБЪЕКТАХ, ЗАДЕЙСТВОВАННЫХ В ПРОВЕДЕНИИ НОВОГОДНИХ
И РОЖДЕСТВЕНСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

Фирсов А.Г., Арсланов А.М., Сибирко В.И., Малемина Е.Н., Преображенская Е.С.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Аннотация. В целях повышения уровня безопасности объектов, задействованных в проведении новогодних и рождественских мероприятий, включая мероприятия с массовым пребыванием детей, а также специальных площадок, предназначенных для запуска пиротехнических изделий, в субъектах Российской Федерации организовано проведение надзорно-профилактических мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности на указанных объектах.

Ключевые слова: пожары, надзорно-профилактические мероприятия, новогодние и рождественские мероприятия, объекты с массовым пребыванием детей, площадки для запуска пиротехнических изделий.

**RESULTS OF SUPERVISORY AND PREVENTIVE MEASURES CONDUCTED IN 2020
IN THE RUSSIAN FEDERATION AT THE FACILITIES INVOLVED IN THE NEW YEAR
AND CHRISTMAS EVENTS**

Firsov A.G., Arslanov A.M., Sibirko V.I., Malemina E.N., Preobrazhenskaya E.S

Abstract. In order to increase the level of safety of facilities involved in holding New Year and Christmas events, including events with a mass stay of children, as well as special sites designed to launch pyrotechnic products, the subjects of the Russian Federation have organized supervisory and preventive measures to comply with fire safety requirements at these facilities.

Keywords: fires, surveillance and preventive measures, New Year and Christmas events, objects with a mass stay of children, platforms for launching pyrotechnic products.

В рамках мероприятий по надзору (контролю), проводимых в период подготовки и проведения новогодних и рождественских праздников [1], а также реализации мероприятий профилактических операций (перечень мероприятий сезонных профилактических операций, а также мероприятий по операции «Новый год» определен распоряжением МЧС России [2]), в субъектах Российской Федерации (далее - РФ) в декабре, а также в новогодние праздничные дни органами МЧС России при взаимодействии с органами исполнительной власти субъектов РФ и местного самоуправления проведена проверка мест проведения новогодних мероприятий с массовым пребыванием детей, объектов, задействованных в мероприятиях по обеспечению проведения общероссийской новогодней елки (включая вокзалы, аэропорты и гостиницы, где предусмотрены встречи, размещение и проживание детей и сопровождающих их лиц), а также мест хранения и реализации пиротехнических изделий.

По обобщенным сведениям, полученным из главных управлений МЧС России по субъектам РФ, общее количество таких объектов составило 14 329. Общее количество площадок (мест), предназначенных для безопасного запуска пиротехнических изделий, составило 4 427. В период проведения праздничных мероприятий было выставлено 1 595 временных постов.

В профилактических мероприятиях было задействованного 7 094 человека личного состава ФПС МЧС России, в том числе 3 238 сотрудников ГПН, и проведено 1 710 проверок. На рисунке 1 показано распределение количества проверок по видам.

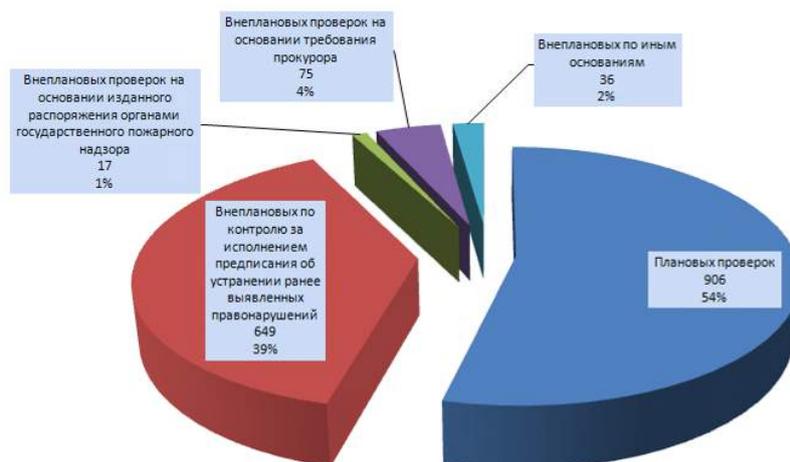


Рисунок 1. Распределение количества проверок, осуществленных при проведении операции «Новый год» в 2020 г., по видам

В ходе проверок выявлено 333 объекта с нарушениями требований пожарной безопасности, связанными с: отсутствием или неисправностью АПС; отсутствием или неисправностью СОУЭ; отсутствием или неисправностью наружного противопожарного водоснабжения; неисправностью электросетей; неудовлетворительным состоянием путей эвакуации, не обеспеченных нормативным количеством первичных средств пожаротушения; хранением и реализацией пиротехнической продукции.

Общее количество выявленных нарушений требований пожарной безопасности составило 2 396. Устранено нарушений требований пожарной безопасности за период проведения проверок - 1 278. На рисунке 2 показано распределение количества выявленных и устраненных нарушений требований пожарной безопасности по видам.

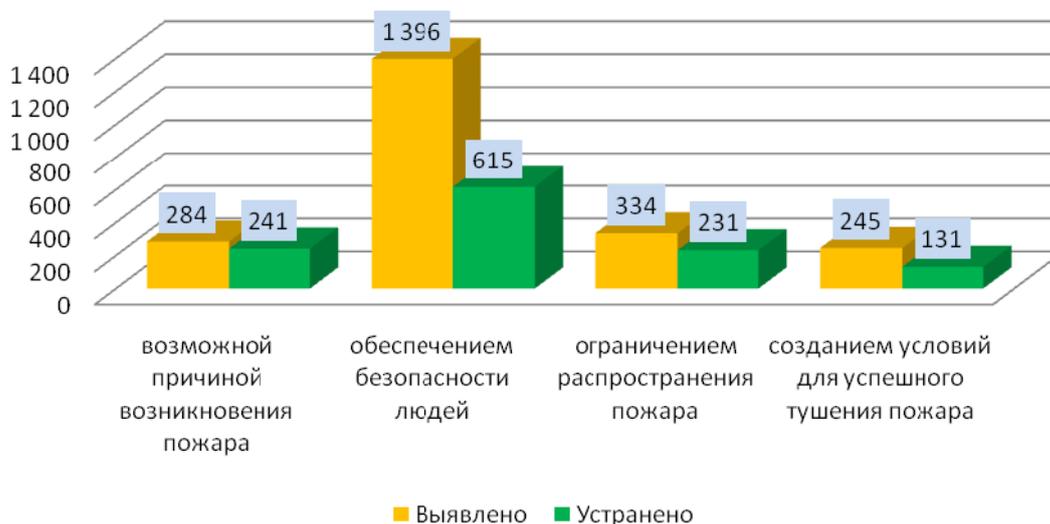


Рисунок 2. Распределение количества выявленных и устраненных нарушений требований пожарной безопасности при проведении операции «Новый год» в 2020 г.

По результатам проверок было направлено 244 информации о неудовлетворительном противопожарном состоянии объектов, в том числе: 87 в органы власти РФ, 158 в органы прокуратуры РФ. Выдано 10 предписаний в отношении реализуемой продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов. Направлено 179 информации о нарушениях требований пожарной безопасности при хранении и реализации пиротехнической продукции, в том числе: 102 - в органы власти РФ, 90 - в органы прокуратуры РФ. Привлечено к административной ответственности 537 лиц, в том числе: 116 юридических, 415 должностных.

Проведено 64 085 профилактических мероприятий, в том числе: профилактических обследований - 8 345; практических тренировок по эвакуации людей в случае возникновения пожара - 8 912; инструктажей и бесед с обслуживающим персоналом по вопросам обеспечения пожарной безопасности - 21 377; консультаций ответственных должностных лиц по вопросам реализации установленных требований пожарной безопасности - 15 416. Проведено 43 105 выступлений и публикаций в СМИ, в том числе: на телевидении - 3 463, на радио - 14 312, в периодической печати - 5 043, на интернет-порталах - 23 928.

В результате проводимой работы было отмечено снижение числа пожаров в период предпраздничных и новогодних дней в общеобразовательных и дошкольных образовательных организациях. Из таблицы 1 видно, что количество пожаров в расчете на 10 дней соответствующего периода снизилось в среднем на 25,1 % в общеобразовательных организациях и на 40,2 % в дошкольных образовательных организациях.

Таблица 1. Значения показателей обстановки с пожарами, произошедшими в общеобразовательных и дошкольных образовательных организациях в РФ в 2016-2020 гг. в новогодние предпраздничные, праздничные дни и другие дни года

Объект пожара	Дни года	2016-2020 гг.	
		Кол-во пожаров, ед.	Кол-во пожаров в расч. на 10 дней соответств. периода, ед.
Общеобразовательная организация (школа, гимназия, лицей, колледж, школа-интернат и др.)	25 декабря - 10 января	22	2,59
	11 января - 24 декабря	601	3,45
Дошкольная образовательная организация (детский сад, ясли, дом ребенка и др.)	25 декабря - 10 января	8	0,94
	11 января - 24 декабря	274	1,57

Для улучшения обстановки с пожарами в общеобразовательных и дошкольных образовательных организациях постоянно принимаются соответствующие меры. В частности, постановлением Правительства Российской Федерации [3] с 09.10.2019 были повышены категории риска данных объектов.

В 2020 году было отмечено снижение числа пожаров, произошедших в общеобразовательных и дошкольных образовательных организациях (рисунок 3) (сведения рассчитаны по электронным базам данных учета пожаров и их последствий, сформированным в соответствии с приказами [4, 5]).



Рисунок 3. Количество пожаров (ед.), произошедших в общеобразовательных и дошкольных образовательных организациях в Российской Федерации в 2016-2020 гг.

Постановлением Правительства Российской Федерации [7] с 2021 г. введен новый подход к отнесению объектов защиты к различным категориям риска, что должно способствовать дальнейшему улучшению обстановки с пожарами на данных объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение МЧС России от 10.10.2016 № 448 «О реализации мероприятий профилактических операций». URL: <http://base.garant.ru/71691296/>.
2. Письмо МЧС России от 23.11.2020 № М-АМ-34 «О мероприятиях по надзору (контролю), проводимых в период подготовки и проведения новогодних и рождественских праздников».
3. Постановлением Правительства Российской Федерации от 09.10.2019 № 1303 были внесены изменения в критерии отнесения объектов защиты к категориям риска. В таблице 1.2 представлены сведения об обстановке с пожарами, произошедшими в период с 9 октября по 31 декабря 2019 г. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335261/.
4. Приказ МЧС России от 24.12.2018 № 625 «О формировании электронных баз данных учета пожаров и их последствий». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_317860/.
5. Приказ МЧС России от 26.12.2014 № 727 «О совершенствовании деятельности по формированию электронных баз данных учета пожаров (загораний) и их последствий». URL: <https://base.garant.ru/70883378/>.
6. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ «О пожарной безопасности». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/.
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 12.10.2020 № 1662 «О внесении изменений в Положение о федеральном государственном пожарном надзоре». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_365149/.

УДК 614.841

ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ЗДАНИЯМ И СООРУЖЕНИЯМ

Фомин М.В., Зуева А.С., Панфилов С.Г.

Хасанов И.Р., доктор технических наук

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Аннотация. Рассмотрена специфика пожарной опасности многофункциональных зданий. Выявлены особенности противопожарных требований к таким объектам. Приведены примеры компьютерного моделирования развития пожаров в многофункциональных зданиях различного назначения. Предложен комплекс требований по противопожарной защите многофункциональных зданий.

Ключевые слова: многофункциональные здания, моделирование пожара, опасные факторы пожара, нормативные требования пожарной безопасности.

FIRE SAFETY REQUIREMENTS FOR MULTIFUNCTIONAL BUILDINGS AND STRUCTURES

Fomin M.V., Zueva A.S., Panfilov S.G.

Khasanov I.R., Grand PhD in Technical Sciences

Abstract. The specifics of fire hazard of multifunctional buildings are considered. The features of fire protection requirements for such objects are revealed. Examples of computer simulation of fire development in multifunctional buildings for various purposes are given. A set of requirements for fire protection of multifunctional buildings is proposed.

Keywords: multifunctional buildings, fire modeling, fire hazards, regulatory requirements for fire safety.

Многофункциональные здания (далее - МФЗ) это - торговые центры, офисные, спортивные, гостиничные или жилые комплексы. К особенностям МФЗ можно отнести большую площадь объекта, массовое скопление и неравномерность распределения людей, наличие различных групп мобильности населения, различные виды горючей нагрузки [1]. Пожары в МФЗ характеризуются большой площадью и угрозой жизни многочисленным посетителям и служащим. Такие пожары показали необходимость принятия особых мер пожарной безопасности и разработки нормативных требований к проектированию систем пожарной защиты МФЗ.

Нормативная база в Российской Федерации для формирования требований к построению пожарной системы безопасности любого объекта общественного назначения включает документы, куда входят федеральные законы [2], а также своды правил, например [3, 4].

Проведенный анализ пожаров на многофункциональных объектах, рассмотрение нормативных требований по обеспечению пожарной безопасности позволили изучить особенности устройства таких зданий. Были проведены исследования распространения опасных факторов пожара (далее – ОФП) в МФЗ при различных сценариях возникновения и развития пожара на основе полевого (CFD) метода математического моделирования [5]. Расчетное время эвакуации людей определялось по математической модели индивидуально-поточного движения людей из здания.

В качестве примера моделирования пожара в МФЗ использован многофункциональный комплекс с торговым центром. При проведении расчетов динамики распространения ОФП данные о низшей теплоте сгорания, линейной скорости распространения и т.д. выбирались согласно сценарию и функциональному назначению помещения с очагом пожара [6].

Результаты полевого моделирования распространения ОФП показали, что наиболее опасным для эвакуации является фактор потери видимости. Так, моделирование пожара в торговом центре на втором этаже в зоне ресторанов быстрого питания, показало, что, несмотря на большой объем здания, происходит достаточно быстрое блокирование эвакуационных выходов ОФП (рис. 1).

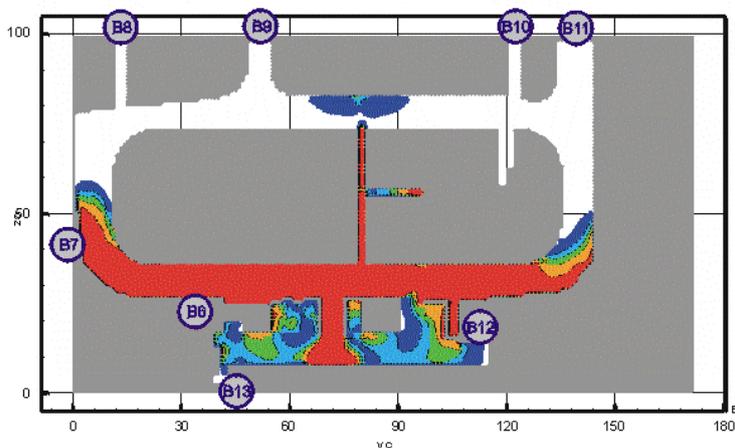


Рис. 1. Оптическая плотность дыма ($N_{п/м}$) на втором этаже торгового комплекса в горизонтальном сечении на высоте 1,7 м от уровня пола в момент времени 380 с.

Наличие в торговом комплексе атриумов с большим количеством открытых проемов также способствует быстрому распространению ОФП. На рис. 2 и 3 представлено фрагменты характерного распространения продуктов горения по этажам атриума. Видно, что на втором этаже атриума блокирование большинства эвакуационных выходов происходит уже к 480 с.

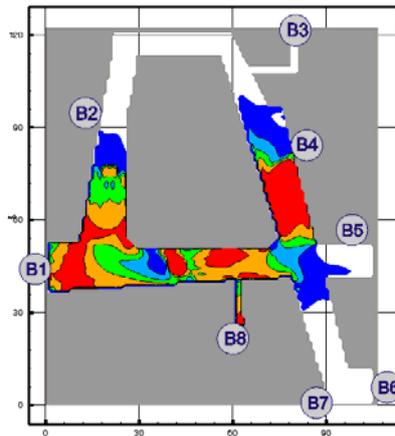


Рис. 2. Оптическая плотность дыма (Нп/м) от уровня пола первого этажа атриума в момент времени 540 с в горизонтальном сечении на высоте 1,7 м.

Выявленные недостатки объемно-планировочных решений в части организации путей эвакуации показали необходимость разработки дополнительных технических и организационных мероприятий для повышения пожарной безопасности объекта. В частности, предложено пересмотреть поэтажные планировки для организации кругового коридора, увеличить количество эвакуационных выходов с этажей, расширить выходы в стилобатной части здания, увеличить расходы системы удаления продуктов горения из помещений и др.

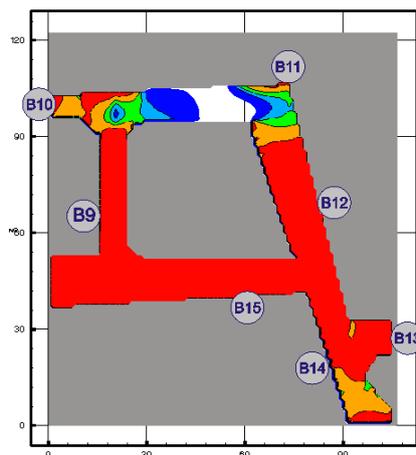


Рис. 3. Оптическая плотность дыма (Нп/м) от уровня пола второго этажа атриума в момент времени 480 с в горизонтальном сечении на высоте 1,7 м.

Проведенный анализ нормативных требований и особенностей пожарной опасности МФЗ, а также компьютерные исследования развития пожаров легли в основу разработки нормативных требований к проектированию систем пожарной защиты МФЗ в виде свода правил «Многофункциональные здания. Требования пожарной безопасности» [7].

Свод правил [7] содержит требования к размещению и устройству пожарных отсеков, к объемно-планировочным и конструктивным решениям, к противопожарной защите атриумов, к эвакуационным путям и выходам, к системам противопожарной защиты и электрооборудованию с учетом особенностей МФЗ. При проектировании МФЗ также необходимо учитывать полный спектр требований пожарной безопасности с учетом функционального назначения объектов, архитектурно-планировочных и конструктивных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ушаков Д.В., Хасанов И.Р. Абашкин А.А., Фомин М.В., Зуев С.А., Фадеев В.Е. Пожарная опасность многофункциональных зданий // Пожарная безопасность. - 2019. - № 2. – С. 37-42.

2. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». — М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2012. — 148 с.
3. СП 160.1325800.2014. Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования. - М.: Минстрой, 2014. – 21 с.
4. СП 2.13130.2012. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. - М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2012. — 27 с.
5. McGrattan K., McDermott R., Weinschenk C., Overholt K., Hostikka S., Floyd J. Fire Dynamics Simulator User's Guide: NIST Special Publication 1019. Sixth Edition. - Gaithersburg, National Institute of Standards and Technology, 2013. - 262 p.
6. Абашкин А.А., Карпов А.В., Ушаков Д.В., Фомин М.В., Гилетич А.Н., Комков П.М., Самошин Д.А. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». - М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014. - 226 с.
7. СП 456.1311500.2020 Многофункциональные здания. Требования пожарной безопасности. - М.: МЧС России, 2020. - 12 с.

УДК 564.48.01

ПРЕВЕНТИВНЫЙ МЕТОД ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЗРЫВОВ НЕФТЕХРАНИЛИЩ УЛАВЛИВАНИЕМ ПАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Хабибуллаев А.Ж., Аметов Я.И.

Мухамедгалиев Б.А.

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. В работе проведен краткий критический анализ применяемых в промышленности методов и способов улавливания и обезвреживания паров углеводородов, нефтепродуктов. Показано, что процесс испарения в резервуарах происходит при любой температуре, так как связан с тепловым движением молекул в приповерхностном слое. В герметичном резервуаре испарение происходит до тех пор, пока его газовое пространство не будет полностью насыщено углеводородами.

Ключевые слова: нефтепродукт, взрыв, пожар, авария, улавливание, регенерация, отход.

PREVENTIVE METHOD FOR PREVENTING OIL STORAGE EXPLOSIONS BY CAPTURING VAPORS OF OIL PRODUCTS

Khabibullaev A.Zh., Ametov Ya.I.

Mukhamedgaliev B.A.

Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering

Abstract. The paper provides a brief critical analysis of the industrial methods and methods for capturing and neutralizing vapors of hydrocarbons, oil products. It is shown that the evaporation process in tanks occurs at any temperature, since it is associated with the thermal movement of molecules in the near-surface layer. In a sealed tank, evaporation occurs until its gas space is completely saturated with hydrocarbons.

Keywords: oil product, explosion, fire, accident, capture, regeneration, waste.

Борьба с потерями нефтепродуктов – один из важных путей экономии топливно-энергетических ресурсов, играющих ведущую роль в развитии экономики: за счет этого

можно получить до 18-26% всей экономии топливно-энергетических ресурсов. Основным видом потерь нефти и нефтепродуктов (далее бензинов), полностью не устранимых на современном уровне развития средств транспорта и хранения углеводородов, являются потери от испарения из резервуаров и других емкостей. Ущерб, наносимый этими потерями, является как экономическим (прямые потери собственников АЗС), так и экологическим (загрязнение воздуха в месте расположения АЗС). Наиболее актуально этот вопрос стоит в крупных городах-мегаполисах, т.к. с одной стороны, в них высока плотность застройки (выбросы из АЗС происходят на уровне 2-3 м над землей), с другой большая концентрация автотранспорта (повышенный коэффициент оборачиваемости резервуаров АЗС) [1]. Процесс испарения в резервуарах происходит при любой температуре, так как связан с тепловым движением молекул в приповерхностном слое. В герметичном резервуаре испарение происходит до тех пор, пока его газовое пространство не будет полностью насыщено углеводородами, и концентрация углеводородов в этом случае равна отношению давления насыщенных паров конденсата к давлению в газовом пространстве. В негерметичном резервуаре испарение происходит практически непрерывно, т.к. часть паровоздушной смеси (ПВС) постоянно вытесняется в атмосферу за счет разности давлений в резервуаре и вне его, через имеющиеся отверстия, негерметичную арматуру. Другой вид потерь возникает при операциях хранения слива/отпуска топлива [2].

Происходят только при заполнении резервуара впервые после строительства или дегазации, либо когда газовое пространство резервуара ненасыщено парами нефтепродукта из-за интенсивного опорожнения. Процесс насыщения ГП парами бензина замедлен во времени и оно (газовое пространство резервуара) остается ненасыщенным при опорожнении и простаивании резервуара. Донасыщение ГП резервуара происходит уже после частичного заполнения резервуара во время закачки, дыхательный клапан после окончания «большого дыхания» не закрывается- происходит дальнейшее вытеснение ПВС в результате «обратного выдоха» (донасыщения ГП парами углеводородов). При выкачке нефтепродукта из емкости с ПВС, насыщенной парами, в освобождающийся резервуар всасывается атмосферный воздух. При этом концентрация паров в ГП уменьшается и начинается испарение нефтепродукта. В момент окончания выкачки парциальное давление паров в ГП обычно не бывает значительно меньше давления насыщенных паров при данной температуре. Это приводит к дополнительному испарению бензина с поверхности нефтепродукта, из-за чего давление внутри повышается и происходит вытеснение некоторого количества ПВС («обратный выдох»). Потери нефтепродукта от насыщения характерны только для вновь строящихся или реконструированных АЗС. Нами также и многочисленными исследователями было установлено, что суточные колебания температуры в грунте на глубине (при уровне засыпки) 0,3...0,4 м отсутствуют. Грунт со стороны стенок оказывает влияние лишь на величину средней температуры в резервуаре, но не влияет на температурные колебания ГП и нефтепродукта в резервуаре. Следовательно, у подземных, заглубленных резервуаров городских АЗС потери от малых дыханий отсутствуют. Таким образом, мы установили, что наиболее характерными видами потерь из заглубленных резервуаров подавляющего большинства городских АЗС являются потери от БД (при закачке нефтепродукта из бензовоза) и потери от «обратного выдоха» (не более 15% от БД) из-за донасыщения ГП.

Поскольку характерными особенностями в работе АЗС в настоящее время и в будущем останутся выдача малыми дозами большого количества нефтепродуктов и большие коэффициенты оборачиваемости резервуаров (до 120...180 в год), то это вызывает значительные потери от испарения. Мы уже выяснили, что в ходе каждой операции слива (налива) бензина, на каждый куб. метр переваливаемого объема, в атмосферу выбрасывается (вытесняется) 1,1-1,4 м³ паровоздушной смеси (ПВС) («большое» дыхание), в каждом куб. метре которой содержится от 1 до 3,6 литров высокооктанового бензина (О.Ч. = 94,7) в зависимости от времени года и температуры окружающей среды. Кроме того, в ходе хранения нефтепродуктов на НПЗ, НБ и АЗС из резервуаров хранения происходят выбросы

паров углеводородов из-за суточных колебаний температуры окружающего воздуха («малое» дыхание) с интенсивностью 3-70 м³/час. На основе проведенных экспериментов нами была разработана новая концепция уловителей ЛУФ. Технология работы разработанного нами улавливателя заключается в охлаждении выбросов ПВС в тонкостенном конденсаторе (рис.1), с последующей сепарацией газа-конденсатной смеси, разработанной конструкции. Процесс конденсации и сепарации реализуется в конденсато-сепарационных устройствах (4) (совмещенные в едином корпусе теплообменник-конденсатор и центробежный сепаратор). При сепарации газо-конденсатной смеси дополнительно происходят процессы массообмена и теплообмена, а также растворения не сконденсированной части на холодном конденсате. Полученный в результате конденсат (рекуперированный продукт) собирается и самотеком сливается в емкость хранения (6). Остальная часть (2÷3 %) выброса ПВС эжектируется и рассеивается в атмосферу со скоростями до 30÷40 м/сек. В зависимости от изменения тепловой нагрузки на улавливателя (изменение объема выброса ПВС или его температуры) холодопроизводительность холодильного агрегата (1) автоматически меняется, что позволяет экономить на потребляемой мощности, при этом постоянно поддерживать заданную температуру конденсации. Выбор приемлемого типа конденсатора включает анализ некоторого количества противоречивых требований. Основные факторы, определяющие тип конденсатора, зависят от того, является ли конденсация полной или частичной, происходит ли конденсация однокомпонентных веществ или многокомпонентных, имеются ли неконденсируемые компоненты.

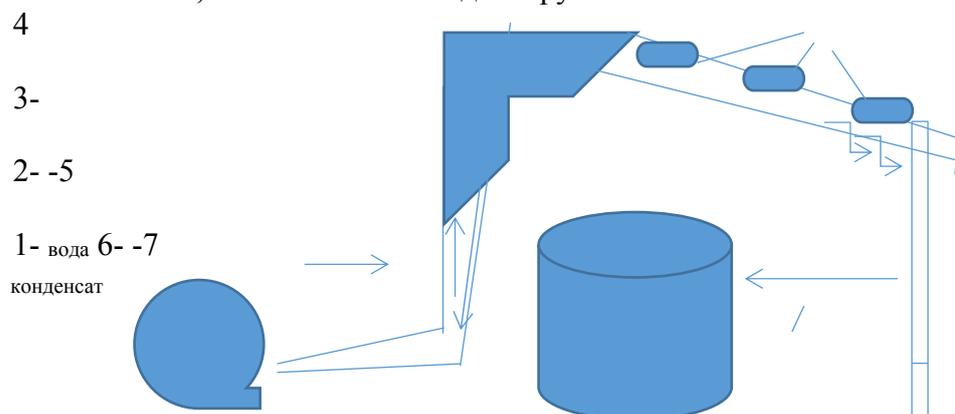


Рис.1. Технологическая схема улавливания паров углеводородов на тонкостенном конденсаторе. 1 - холодильный агрегат с насосом, 2 - трубопроводы холодной воды, 3 - пористый навес, 4 - тонкостенные конденсаторы, 5, 7 - трубопровод для конденсированного нефтепродукта, 6 - емкость нефтепродукта

Общеизвестно [3], что углеводородные газы обладают одной важной особенностью: они растворяются в углеводородных жидкостях. Поэтому в жидкую фазу переходят не только те компоненты, которые должны конденсироваться при данных значениях температуры и парциального давления, но и другие, даже те, критическая температура которых значительно ниже температуры смеси в данный момент. Подобные конденсаторы имеют много преимуществ, так как образующийся конденсат постоянно контактирует с холодными стенками и паром. Это обеспечивает конденсацию и абсорбцию (растворение) смесей с широким диапазоном температур кипения компонентов. Конденсат омывает все поверхности, что в определенных ситуациях снижает коррозию. Выбор технологической схемы с промежуточным теплоносителем в качестве основной для наибольшего количества установок обоснован стремлением, максимально снизить пожаровзрывоопасность процесса рекуперации паров углеводородов, возможностью использовать холодильное и насосное оборудование в общепромышленном исполнении и располагать его на необходимом безопасном расстоянии, возможностью одновременно производить рекуперацию разных продуктов. В месте протекания основных процессов рекуперации и рассеивания, отсутствует

оборудование с электропитанием и движущимися частями. Главными преимуществами разработанной нами технологии рекуперации выбросов ПВС при сливо-наливных операциях и хранении углеводородов являются высокая безопасность технологии рекуперации и простота в монтаже и эксплуатации; независимость от состава выбросов ПВС, а также нет расходов на покупку и утилизацию абсорбентов

Таким образом, правильный выбор системы УЛФ позволит нефтянику полностью решить проблему с выбросами паров бензина, что будет конкретной мерой предотвращения пожаров и взрывов на нефтехранилищах и оздоровлению воздушной среды нашего региона. Той самой среды, которая не знает административно-территориальных границ, и которой дышим все мы: чиновники, владельцы транспортных средств, нефтетрейдеры, инженеры, экологи и просто люди.

ЛИТЕРАТУРА

1. И.И.Бударов, Е.Н.Калайтан.Определение потер нефтепродуктов.М. 1952 г.
2. Ф.Ф. Абузова, В.И.Черников. Испарение нефти и нефтепродуктов. М.1982 г.

УДК 614.843.27

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ НАРУЖНЫХ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ВОДОПРОВОДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Хазова И.В.

Бубнов В.Б., кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Разработано математическое описание и методика расчета теплового состояния наружных противопожарных водопроводов наземной прокладки, работающих при низких температурах окружающей среды. Показано, что учет промерзания теплоизоляции позволяет повысить точность прогнозирования их теплового состояния.

Ключевые слова: математическое описание, модель, водопровод, тепловая изоляция, теплофизические параметры, тепловой источник, кинетика.

STUDY OF THE THERMAL STATE OF OUTDOOR FIRE-FIGHTING WATER PIPELINES OPERATING AT LOW AMBIENT TEMPERATURES

Khazova I.V.

Bubnov V. B., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. A mathematical description and a method for calculating the thermal state of outdoor fire-fighting water pipelines of ground laying, operating at low ambient temperatures, are developed. It is shown that taking into account the freezing of thermal insulation makes it possible to increase the accuracy of predicting their thermal state.

Keywords: mathematical description, model, water supply, thermal insulation, thermophysical parameters, heat source, kinetics.

Эксплуатация наружных противопожарных водопроводов в условиях низких отрицательных температур окружающего воздуха имеет ряд особенностей, обусловленных

надземной прокладкой, частичным промерзанием наружного слоя тепловой изоляции, замерзанием воды в случае аварийной остановки ее перекачки.

Существующие методики [1] расчета тепловых процессов, происходящих в теплоизолированных водопроводах, не учитывают изменения теплофизических параметров в слое тепловой изоляции в случае ее частичного промерзания и не учитывают изменения параметров окружающего воздуха, которое может происходить достаточно быстро.

Предложено математическое описание процесса теплопроводности, учитывающее изменение теплофизических свойств, фазовые переходы, а также действие внутренних тепловых источников [2, 3]. Разработана модель для переходного теплового процесса в сечении противопожарного водопровода с движущейся и неподвижной жидкостью, которая учитывает кинетические закономерности промерзания слоя тепловой изоляции, а также самой жидкости. Исследовано влияние на кинетику этого процесса режимных и конструктивных факторов обогревающих элементов трубопровода.

Реализация методики расчета состояния слоя теплоизоляции водопровода и режимов его работы осуществлена в виде компьютерной программы «Режим работы теплоизолированного трубопровода» (рис. 1). Программа позволяет задавать исходные данные, включающие конструкцию исследуемого трубопровода и конструкцию теплоизоляции, режим эксплуатации и параметры окружающего воздуха. При этом численные исследования могут выполняться по трем вариантам:

1. В стационарном режиме работы трубопровода.
2. В случае аварийного отключения транспортировки воды.
3. При изменении метеорологических условий.

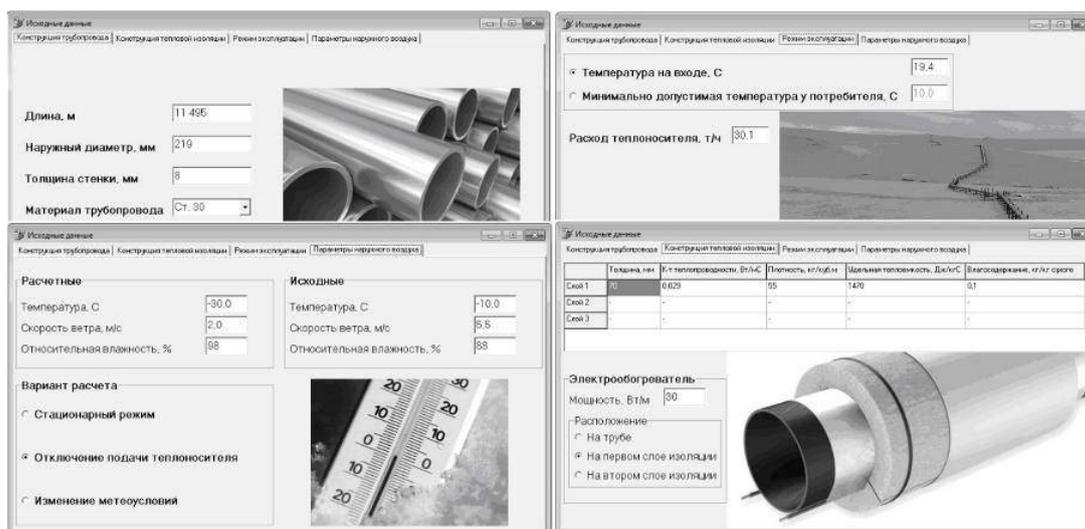


Рис. 1. Вид окна «Исходные данные» компьютерной программы

Расчет стационарного режима позволяет определить, как распределяется температура по толщине слоя теплоизоляции в случае любого расстояния относительно головных сооружений.

Расчет для случая аварийного отключения транспортировки воды позволяет спрогнозировать время, когда произойдет замерзание не более 25 % находящейся в трубопроводе воды, а также потери теплоты, накопленные в течение заданного времени с момента остановки подачи воды.

Некоторые результаты численных исследований представлены на рис. 2.

Здесь показаны результаты расчета времени, в течение которого температура жидкости в отключенном водопроводе снизится до температуры замерзания (на рисунке- кривая 2), а также времени, когда замерзнет 25 % находящейся в трубопроводе воды. Расчет проведен по предлагаемой методике и по методике [1], в которой не учитывается замерзание влаги в тепловой изоляции.

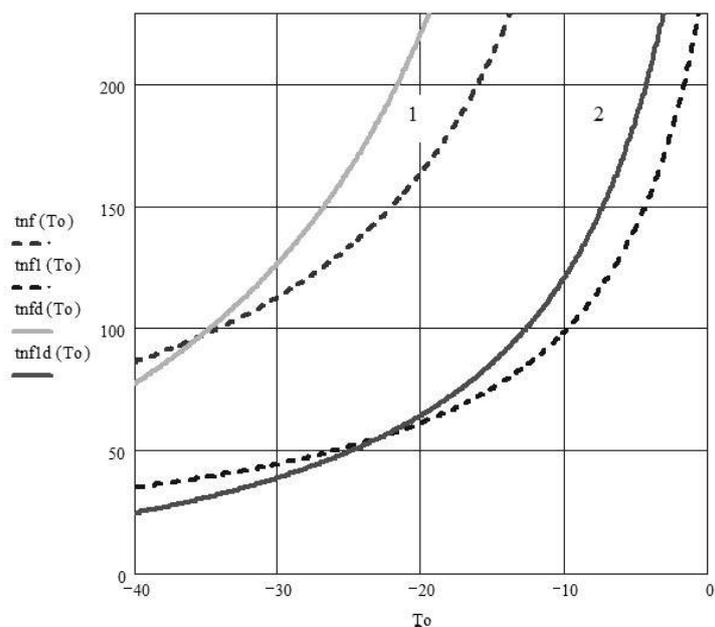


Рис. 2. Зависимости времени, когда трубопровод может быть отключен, от температуры окружающего воздуха (по предлагаемой методике- сплошные линии, по методике [1]- пунктирные линии): 1 - с учетом допустимого замерзания в трубопроводе 25 % воды; 2 – без учета замерзания

Результаты показывают, что в случае снижения температуры окружающего воздуха влияние уменьшения теплопроводности тепловой изоляции при ее промерзании преобладает над влиянием замедления остывания жидкости из-за тепловыделения за счет фазового перехода.

Следовательно, процессы охлаждения и промерзания теплоизоляции трубопровода вносят существенный вклад в тепловой баланс процесса и учет их кинетики позволяет повысить точность тепловых расчетов.

Математическое описание исследуемого процесса, алгоритм численной реализации позволяют повысить точность прогнозирования теплового состояния наружных теплоизолированных трубопроводов, работающих при низких температурах окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тепловая изоляция: справочник / под ред. Г. Ф. Кузнецова. 3-е изд. М.: Стройиздат, 1985. 440 с.
2. Использование электрообогрева для повышения надежности эксплуатации противопожарных водопроводов в районах Крайнего Севера / Н.Н. Елин, В.Б. Бубнов, В.А. Комельков [и др.] // Технологии техносферной безопасности. 2019. Вып. 2 (84). С. 108-118. DOI: 10.25257/TTS.2019.2.84.108-118.
3. Разработка рекомендаций по повышению надежности эксплуатации наружных противопожарных водопроводов в природно-климатических условиях Арктики / В.Б. Бубнов, Д.С. Репин, И.В. Хазова [и др.] // Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов» (21.04.2020). С. 35-38.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕРОПРИНЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ РАЗРУШЕНИЙ МОСТОВ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ НАВОДНЕНИЙ НА РЕКАХ КУРА И АРАЗ

Халилов А.М.

Мехтиев П.Г., кандидат технических наук

Академия МЧС Азербайджана

Аннотация. Анализируя опасные наводнения горных рек, необходимо принять меры по борьбе с их последствиями, снизить их разрушительную силу, принять соответствующие меры по их нейтрализации, уменьшить ущерб для жизни и здоровья людей, научиться их частично предупреждать.

Ключевые слова: река, наводнение, опасность, ущерб.

Abstract. Analyzing dangerous floods of mountain rivers, it is necessary to take measures to combat their consequences, reduce their destructive force, take appropriate measures to neutralize them, reduce damage to human life and health, learn to partially prevent them.

Keywords: river, flood, dangerous, harm.

По некоторым статическим данным речные наводнения составляют 80-85% стихийных бедствий в мире[1]. Наводнения обходятся мировой экономике примерно в 30-50 миллиардов долларов в год. Разливы рек, как и во всех странах мира, создают большие проблемы для нормального функционирования экономики и населения Азербайджанской республики. В результате речных паводков экономика республики ежегодно терпит в среднем 30-50 миллионов манатов, а иногда и приводит к человеческим жертвам.

Основная речная система республики является река Кура и левые, правые притоки, река Араз и ее левые притоки, а также ряд рек впадающие непосредственно в Каспийское море.

Река Кура - главный источник воды и артерия Азербайджана. Вторая большая река республики, а также правый приток Куры - река Араз.

Зона затопления - это земельный участок, расположенный на берегу реки и прилегающий к ней и затопленный в результате наводнения. Зона затопления, которая может повторяться каждые пятьдесят лет, используется для определения зоны затопления.

В зонах затопления прибрежные защитные полосы определяются в соответствии с силой речного паводка. Устанавливаются ограничения и запреты на природопользование и хозяйственную деятельность на этих территориях, и их использование осуществляется в соответствии с особым режимом[3].

Наводнения горных рек вторая стихийная бедствия по нанесению ущерба экономике республики. Только за последние 100 лет на реках Кура и Араз было зарегистрировано около 70 наводнений, которые повлияли на экономику страны в среднем на 2 миллиарда долларов. Это происходило четыре раза за последние 10 лет - в 2003, 2006, 2007 и 2010 годах. В настоящее время 1,5 млн. людей проживавших около в 150 городов, поселков, железные и автомобильные дорога международного значения, нефте- и газопроводы расположены в потенциально подверженных наводненным районам. В целом повторение потенциальных наводнений на 52% территории Азербайджана происходило каждые 5-10 лет, но в последние годы этот процесс повторяется почти каждый год. Наводнения в бассейнах рек Кура и Араз в 2003, 2006, 2007 и 2010 годах

существенно отличались от предыдущих периодов из-за катастрофического характера стихийного бедствия[2].

При наводнений горных рек с большей вероятностью будут повреждены здания, горнодобывающие предприятия, мосты, гидротехнические сооружения, плотины, высоковольтные линии электропередач, стратегически важные водоемы, нефть, газ, трубопроводы, земельные участки, лесное хозяйство, речные отложения и другие жизненно важные территории[4].

Для уменьшения ущерба от наводнений в Азербайджане целесообразно применять инженерные и неинженерные методы.

Инженерные методы: Эти методы включают совместную деятельность стран бассейна Кура-Араз в строительстве, регулировании и управлении водохранилищами: восстановление плотин, строительство и защита новых; очистка от ила русла и дельты реки; восстановление принципа работы сточных озер; укладка лесных полос; управление долиной реки; бетонирование систем водоснабжения; регулирование уровня грунтовых вод и др.

Неинженерные методы: создание системы прогнозирования паводков; повышение эффективности социального страхования; расселение населения; деятельность органов управления и др. включает в себя.

Правительство принимает последовательные и целенаправленные меры для борьбы с наводнениями. На реке Кура был создан каскад водохранилищ Шамкир, Еникенд, Мингячевир, Варвара для различных целей, в том числе для защиты от паводков, проведены работы на водохранилищах Араз, Худафарин и Девичья башня на реке Араз. В целях защиты территорий от паводков построено 1595,2 км земляных дамб, а также 113 км каменно-бетонных и прибрежных плотин на других реках, опасных для паводков.

В результате, соответствующие органы должны усилить контроль за строительством существующих и планируемых гидротехнических сооружений на реках республики, в том числе прибрежных дамб, каналов, коллекторов, мостов и водохранилищ в соответствии со строительными нормами и правилами, а также соблюдением правил техники безопасности во время эксплуатации. Природные и антропогенные факторы, вызывающие наводнения, их возникновение, повторяемость должны быть изучены с физической, географической и экологической точки зрения, должны быть определены области распространения наводнений, для предотвращения и уменьшения ущерба необходимо принять инженерные и неинженерные методы, включая гидравлические, дренажные, фитомелиоративные и паводковые меры контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мусейибов М.А. Физическая география Азербайджана. Баку 1998. 400 с.
2. Зейналова К.З. Проблемы географического анализа сравнения использования и охраны природных ресурсов. Баку, 2008.
3. Махмудов Р. Гидрометеорология, изменение климата, стихийные бедствия и жизнь. Зия-Нурлан, Баку 2006.-76 с.
4. Алиев Ф.Ш. Можно ли предсказать стихийные бедствия? Баку, 1998.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ И ЖАРОСТОЙКОСТИ БЕТОНОВ

Холиёров А.А.

Юсупов У.Т., кандидат технических наук, доцент

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые проблемы повышения огне-и жаростойкости бетонов. Показано, что при высокотемпературном нагреве в бетоне происходят сложные физико-химические и физико-механические процессы. Прочность бетона при действии высоких температур зависит от свойств вяжущих веществ, от дисперсного состава заполнителей. Таким образом, огнестойкость и жаростойкость бетона зависят от ряда факторов, начиная от наполнителя материала и заканчивая особенностями бетонных конструкций.

Ключевые слова: бетон, огнестойкость, жаростойкость, горение, конструкции, температура, нагрев.

SOME PROBLEMS OF INCREASING THE FIRE RESISTANCE AND HEAT RESISTANCE OF CONCRETE

Kholiyorov A.A.

Yusupov U.T., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering

Abstract. The article deals with some problems of increasing the fire and fire resistance of concrete. It is shown that high-temperature heating in concrete leads to complex physic-chemical and physical-mechanical processes. The strength of concrete under the action of high temperatures depends on the properties of binders, on the dispersed composition of aggregates. Thus, the fire resistance and chaos of the beater hover from a number of factors, starting from the bulk of the material and closing off the co-ordinates of the satellite tuning.

Keywords: concrete, fire resistance, fire resistance, combustion, structures, temperature, heating.

Огнестойкость - это способность противостоять повышенным температурам недолговременно, например, во время пожара, прорыва горячего пара или газа. Жаростойкость же характеризуется возможностью выдерживать температуру длительное время, при этом сохраняя эксплуатационные свойства материала. Бетон в общей своей массе обладает отличной огнестойкостью или огнеупором, а вот жаростойкость различных составов отличается. Кратковременное воздействие огня на бетон даже оказывает благоприятное влияние на него, повышает прочностные характеристики материала. Но если открытый огонь длительное время воздействует на состав, разрушения не избежать [1].

Безусловно, при кратковременном воздействии на бетонный состав огня происходит упрочнение бетона: под действием высокой температуры вся «свободная» остаточная влага испаряется, делая состав твердым и прочным. Однако по мере продолжения «горения» бетона, его структура начинает разлагаться на составляющие компоненты. Данный процесс усугубляется, если бетон резко охладить или потушить жидкостью: начинают образовываться трещины, сколы и элементы неисправимой деформации, происходит ослабление арматурных конструкций в ЖБИ [2].

При высокотемпературном нагреве в бетоне происходят сложные физико-химические и физико-механические процессы. Прочность бетона при действии высоких температур зависит от свойств вяжущих веществ, от дисперсного состава заполнителей. При нагревании

бетонов и растворов происходит дегидратация образовавшихся в процессе твердения гидросиликата и гидроалюмината кальция, а равно и гидрата окиси кальция. Распад гидратов приводит к нарушению механической прочности отвердевшей цементной массы. Разупрочнение бетона может способствовать его разрушению не только из-за давления паров в порах, но и под действием термических напряжений, а также из-за различия в коэффициентах температурного расширения различных наполнителей бетона [3].

Нарушение структуры бетона после высокотемпературного огневого воздействия происходит в следующих диапазонах температур:

- в начале пожара при температуре до 200°C прочность бетона на сжатие практически не изменяется. Считается, что только в случаях, если влажность бетона превышает 3,5%, то при огневом воздействии и температуре 250°C возможно хрупкое разрушение бетона. Но оно возможно и при более низкой влажности, даже при воздействии стандартных температурных воздействий, и особенно проявляется при воздействии огневого воздействия, развивающегося по "тоннельной" или "углеводородной" кривой.

- от 250°C до 350°C в бетоне образуются, в основном, трещины от температурной усадки бетона.

- до 450°C в бетоне образуются трещины преимущественно от разности температурных деформаций цементного камня и заполнителей.

- свыше 450°C происходит нарушение структуры бетона из-за дегидратации $\text{Ca}(\text{OH})_2$, когда свободная известь в цементном камне гасится влагой воздуха с увеличением объема.

- при температуре свыше 573°C наблюдается нарушение структуры бетона из-за модифицированного превращения α -кварца в β -кварц в граните с увеличением объема заполнителя.

- при температуре свыше 750°C структура бетона полностью разрушается.

Из-за относительно низкой теплопроводности бетона непродолжительное действие высоких температур не вызывает достаточного нагревания бетона, а также арматуры, которая находится под защитным слоем. Гораздо опаснее является поливание холодной водой сильно разогретого бетона. При этом холодная вода вызывает образование трещин, нарушение защитного слоя, а также обнажение арматуры при не прекращающемся воздействии высоких температур [4].

Чтобы предотвратить негативные влияния температур на бетон, применяют следующие методы повышения его жаропрочности:

- введение алюминиевых и кремниевых добавок (позволяют избежать плавления при горении и других разрушений)

- применение в составе портландцемента (придает составу стандартный показатель прочности в пределах от 200 до 600 МПа/см²)

- использование пористых огнеупорных пород в качестве наполнителей (в т.ч. вулканического происхождения и искусственные)

Что касается огнестойкости, то для ее достижения можно достичь применением глиноземистых компонентов, но при этом существенно уменьшается прочность материала. Важно, что достигается огнестойкость путем добавления наполнителей в процессе изготовления смеси (андезит, базальт, шамот, кирпичный щебень и т.д.).

Такое свойство легких бетонов объясняется их низкой плотностью за счет их пористости. Кроме того, в состав многих ячеистых бетонов входит минеральные кремнеземистые наполнители, имеющие жаропрочный эффект. То есть именно легкий ячеистый бетон наиболее распространен при строительстве сооружений, где требуются повышенные показатели пожаробезопасности.

С точки зрения огнестойкости наиболее прочной является арматурная сталь марки 25Г2С класса А-III. Ее критическая температура составляет 570°C. Надо сказать, что цена арматуры из такой стали относительно высокая.

Поэтому при заливке конструкции должна строго соблюдаться инструкция. Разрушение колонн под воздействием открытого огня происходит в результате снижения прочности бетона и арматуры. Причем, внецентренная нагрузка уменьшает их огнестойкость. В случаях, когда

нагрузка происходит с большим эксцентриситетом, огнестойкость конструкции зависит от толщины защитного слоя в области растянутой арматуры. Другими словами — характер работы колонн при нагревании аналогичен с простыми балками. Если же нагрузка происходит с малым эксцентриситетом, то конструкция может сопротивляться воздействию пожара, как и центрально-сжатые колонны. Огнестойкость колонн, выполненных из раствора на гранитном щебне, на 20% меньше, чем колонн на известковом щебне. Поэтому предел огнестойкости газобетонных блоков и других изделий из ячеистого бетона более высокий. Таким образом, предел огнестойкости пенобетонных блоков составляет около 900 °С. Для сравнения, обычный бетон при температуре около 400-700°С теряет основную часть своей прочности. Поэтому данный материал получил широкое распространение при строительстве зданий, в которых планируется повышенный уровень пожароопасности. Применение в типовых композициях тяжелых и мелкозернистых бетонов разработанного нами огнестойкого полимера, на основе отходов химической промышленности, позволяет предотвратить взрывообразное разрушения бетона при высокотемпературном воздействии, тем самым повысить огнестойкость и жаростойкость железобетонных конструкций. Проведенная серия механических и огневых испытаний бетонов и железобетонных (а также стеклопластиково-бетонных, с композитной арматурой) конструкций на примере блоков тоннельной обделки под нагрузкой показала соответствие данных бетонов требованиям действующего республиканского законодательства.

Таким образом, огнестойкость и жаростойкость бетона зависят от ряда факторов, начиная от наполнителя материала и заканчивая особенностями бетонных конструкций. Поэтому данному показателю необходимо уделять внимание на всех этапах строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микульский В.Г. Строительные материалы. -М.:«Ассоциация строительных ВУЗов».1996 г.с.340.
2. Рибев И.А. Общий курс строительных материалов.- М.Высшая школа. 1987 г. С.290.
3. Robert Neel. North Downs Tunnel (Kent, UK), 2014.
4. Takeshi Ueda. Flammability buildings materials. Tokyo. 2011.

УДК 699.812.3

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ

Шабунин С.А., кандидат химических наук
Барина Е.В., кандидат химических наук

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Статья посвящена проблеме создания огнезащитных средств, не оказывающих вредного воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Показано, что современные высокоэффективные огнезащитные составы способны выделять токсичные газы при нагревании в условиях пожара.

Ключевые слова: антипирены, огнезащита, огнезащитные составы, токсичность.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF DEVELOPMENT AND APPLYING OF FIRE RETARDANTS

Shabunin S.A., PhD in Chemical Sciences
Barinova E.V., PhD in Chemical Sciences

Abstract. The article is devoted to the problem of creating fire retardants that do not possess a harmful effect on the environment and human health. It is shown that modern highly effective flame retardants are capable of emitting toxic gases when heated under fire conditions.

Keywords: fire retardants, fire protection, flame retardant, toxicity.

В настоящее время рынок антипиренов динамично развивается. По состоянию на 2017 год рынок антипиренов составил 5,6 миллиардов фунтов стерлингов. При прогнозируемом росте в 6% в год, рынок антипиренов к 2022 году составит 7,3 миллиарда. Ежегодный объем производства выработки продукции достигает 3 млн тонн. По данным на 2019 год 45% рынка составляют антипирены на основе гидроксида алюминия, 41% занимают галогенсодержащие добавки.

В зависимости от химического состава различают следующие группы антипиренов:

- неорганические антипирены (гидроксид алюминия, гидроксид магния, фосфаты аммония, силикат натрия, неорганические соли и др.);
- галогенсодержащие (в основном, хлор- и бромсодержащие);
- фосфорорганические;
- азотсодержащие.

Антипирены используются для снижения пожарной опасности строительных материалов и конструкций из дерева, металла, различных полимеров. Использование антипиренов по отдельности, так и в смеси между собой, позволяет значительно повысить стойкость материалов к воздействию огня. Так, использование аминофосфатов, силикатов натрия в композиции огнезащитного состава для древесины позволяет получить самую высокую I группу огнезащитной эффективности. [1-5]

Наряду с возрастающими объемами производства и потребления огнезащитных средств, а также создания новых более эффективных антипиренов, более важное значение имеет вопрос снижения негативного влияния на окружающую среду и организм человека.

При нагревании антипирены разлагаются с образованием более простых веществ. Антипирены, содержащие в своем составе галогены, при разложении образуют токсичные соединения хлора, брома. Огнезащитные средства, содержащие азот, при термическом разложении способны образовывать токсичные оксид азота, циановодород. При нагревании антипиренов, содержащих аммонийную группу (аммонийфосфат, полифосфат аммония) выделяется аммиак [6].

Одним из наиболее широко используемым антипиреном, применяемых для снижения пожарной опасности деревянных и полимерных материалов, является полифосфат аммония. При температуре 240 °С полифосфаты аммония разлагаются с выделением газообразного токсичного аммиака и фосфорной кислоты, которая в случае древесных материалов катализирует дегидратацию целлюлозы с образованием термически нестойких эфиров фосфорной кислоты, разлагающихся с выделением диоксида углерода.

Авторы исследовали эффективность огнезащитных составов для древесины на основе полифункционального соединения и неорганических веществ (гидроксиды калия и натрия, карбонаты кальция и натрия) [7]. Предложенные авторами составы показали высокую эффективность. Однако, по сравнению с древесиной использование данных составов повышает выход токсичных продуктов горения (угарный газ и углекислый газ), по сравнению с незащищенной древесиной.

Таким образом, создается противоречивая ситуация. С одной стороны, современные антипирены показывают высокую огнезащитную эффективность. С другой стороны, при их термическом разложении во время пожара, образуется еще больше токсических веществ, оказывающих отравляющее действие на организм человека. Возможна ситуация, при которой деревянная конструкция не горела и не была повреждена огнем, а люди, находившиеся внутри, погибли не от токсичных продуктов горения древесины, а от продуктов термического разложения антипиренов.

Также необходимо отметить тот факт, что многие огнезащитные составы (в основном для древесины) имеют водную основу. Соответственно, компоненты, входящие в этот состав, являются водорастворимыми, и, как следствие, способны вымываться из структуры материала с атмосферными осадками. Таким образом, происходит загрязнение почвы и сточных вод компонентами огнезащитного состава.

Для минимизации негативного влияния компонентов огнезащитного состава на окружающую среду и здоровье человека разрабатываются новые антипирены на основе углеродных нанотрубок, слоистых силикатов, лигнина, полисахаридов [8]. Авторами предложены рецептуры огнезащитных составов на основе отходов пищевой промышленности [9]. Относительно недавно в компании Empa разработали технологию производства экологически безопасного антипирена для пенопласта [10]. Такие антипирены позволяют получать огнезащитные составы, которые не выделяют токсичные газы при их термическом разложении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сивенков А.Б., Альменбаев М.М. Способ снижения пожарной опасности древесины, материалов на ее основе с лакокрасочными материалами // патент России № 2602611. 2016. Бюл. № 32.
2. Константинов А.А., Москалев Е.В. Огнезащитная полимерная композиция // патент России № 2612720. 2017. Бюл. № 8.
3. Белых С.А., Новоселова Ю.В. Сырьевая смесь для получения огнезащитного покрытия // патент России № 2613515. 2017. Бюл. № 8.
4. Анохин Е.А., Сивенков А.Б., Емельянов Р.А., Третьяков А.В., Полищук Е.Ю., Нигматуллина Д.М., Альменбаев М.М., Макишев Ж.К., Максимов П.В., Кенжехан С.К. Огнезащитный пропиточный состав для древесины // патент России № 2640959. 2018. Бюл. № 2.
5. Еремина Т.Ю., Николаева Е.А. Огнезащитный лак на органической основе // патент России № 2642792. 2018. Бюл. № 3.
6. Шабунин С.А., Михалин В.Н. Оценка огнезащитной эффективности молекул аммонийфосфатов методами квантовой химии // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 21 апреля 2020 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 471-474.
7. Арцыбашева О.В., Гарбуз М.В., Серков Б.Б., Сивенков А.Б. О повышении огнезащиты деревянных конструкций при использовании антипиренов // Технологии техносферной безопасности. – 2013. – № 1. – С. 1-10.
8. Антипирены: российский период // The chemical journal. – 2010. – С. 42-45.
9. Сахаров П.А., Ломакин С.М., Хватов А.В., Коверзанова Е.В., Луканина Ю.К., Шилкина Н.Г., Усачев С.В., Варфоломеев С.Д., Миних А.А. Антипирен, способ его получения и способ огнезащитной обработки // патент России № 2674208. 2018. Бюл. № 34.
10. New flame retardant enters market / Rainer Klose. – Текст: электронный // EMPA materials science and technology. – URL: <https://www.empa.ch/web/s604/eda-dopo-flame-retardant> (дата обращения 08.02.2015).

ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В СЛУЧАЕ ВОЗГОРАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Шарипов Ф., Атабаев Ш.

Атабаев Ш., кандидат физико-математических наук

Академия МЧС Республики Узбекистан

Аннотация. В статье на основе интернет-материалов анализируются преимущества и недостатки электромобилей, случаи их возгорания. На основе анализа делается заключение, что тушение электромобилей имеет свои особенности. Приведены способы тушения в зависимости от сложности пожара в электромобилях.

Ключевые слова: электромобиль, тушение пожара, воздействия на окружающую среду, аккумуляторы.

FEATURES OF FIRE EXTINGUISHING IN CASE OF FIRE IGNITION OF ELECTRIC VEHICLES

Sharipov F., Atabaev Sh.

Atabaev Sh., PhD in Natural Sciences

Abstract. The article on the basis of Internet materials analyzes the advantages and disadvantages of electric vehicles, cases of their ignition. Based on the analysis, it is concluded that extinguishing electric vehicles has its own characteristics. Methods of extinguishing depending on the complexity of fire in electric vehicles are given.

Keywords: electric car, fire fighting, environmental impact, batteries.

В настоящее время в мире насчитывается около 1 миллиарда различных типов и моделей автомобилей. Эти автомобили потребляют миллионы литров топлива в год. Количество вредных веществ, выбрасываемых в окружающую среду от автомобилей за год составляет несколько десятков миллионов тонн. Производство и использование современных экономичных автомобилей не позволяет снизить вредное воздействие на окружающую среду, так как количество автомобилей стремительно растет из года в год.

В целях снижения вредного воздействия на окружающую среду развитые страны мира постепенно отказываются от автомобилей на топливе и запускают производство электромобилей, работающих от аккумуляторов. Только в 2020 году Tesla, китайские BYD, VAIC и другие произвели 3,25 млн электромобилей. Сегодня в мире используется около 11,4 миллионов электромобилей. Согласно анализу, к 2040 году количество электромобилей в мире может достигнуть 400 миллионов [1].

В целом плюсы электромобилей заключаются в следующем:

- 1) топливо не горит, а это значит, что не образуются вредные газы и вещества, выбрасываемые в окружающую среду;
- 2) низкий уровень шума в окружающей среде;
- 3) низкие эксплуатационные расходы из-за отсутствия различных движущихся частей;
- 4) высокая надежность за счет отсутствия систем охлаждения и смазки.

К их недостаткам можно отнести:

- 1) электромобили из-за массы аккумуляторов тяжелее, чем автомобили на топливе, например, модель Tesla S весит 2100 кг;

2) аккумуляторы нужно заряжать примерно каждые 200-300 км езды, что потребует дополнительного времени и электроэнергии;

3) литий-ионные аккумуляторы, составляющих основу каждого электромобиля, имеют срок службы 4-5 лет, существует проблема их утилизации по истечении срока их эксплуатации;

4) ожидается увеличение количества ДТП с участием людей из-за низкого уровня шума от электромобилей;

5) из-за высокой стоимости производства электромобилей (в основном из-за аккумуляторов) его отпускная цена будет высокой.

Если обратиться к статистике, в 2019-20 годах во всем мире произошло около 1000 пожаров в электромобилях [2]. Например, в результате возгорания электромобиля на многоэтажной автостоянке в аэропорту недалеко от норвежского города Стравангер полностью сгорела часть автостоянки. Были эвакуированы тысячи людей. Пожар тушили 60-70 пожарных. Из-за повреждения конструкций и токсичных газов и дыма от аккумуляторных батарей электромобилей был затруднен вход в здание, в результате чего пожар потушили за сутки. В результате пожара сгорело около 300 автомобилей и нанесен материальный ущерб на десятки миллионов долларов. 17 февраля 2020 года в результате взрыва Porsche Taycan, первого электромобиля в США, возник пожар. В результате гараж и часть дома были разрушены.

Первый пожар в электромобиле Tesla произошел в октябре 2013 года. Аккумуляторы были повреждены после аварии автомобиля, водителю удалось скрыться из-за предупреждения в системе, но машина полностью сгорела. 17 октября 2017 года в Ландекке, Австрия, владелец электромобиля Tesla Model S на высокой скорости врезался в бетонный барьер. Ему удалось выйти из машины до того, как в электромобиле вспыхнул пожар. 15-метровый пожар, взрыв и густой дым - пожар возник вместе с семью автомобилями, в том числе двумя электромобилями. Поскольку быстро потушить пожар аккумуляторов электромобиля не удалось, спасательные работы вызвали большие трудности. Пожар тушил экипаж из 70 человек. Электромобиль несколько раз загорался даже после тушения пожара.

Исходя из анализа произошедших пожаров и в зависимости от сложности пожара в электромобилях их можно разделить на 3 типа:

1. Незначительные пожары, вызванные коротким замыканием в кабелях электромобилей, в салоне или курением табачных изделий. Такие пожары можно тушить порошком или пеной.

2. Пожары в двигателях электромобилей. Эти пожары более сложные, чем первые, и их тушат пеной.

3. Пожары в аккумуляторах электромобилей, которые намного сложнее, чем предыдущие, представляют большую опасность и трудности для пожарных и населения. Порошковые и пенные огнетушители неэффективны при тушении таких пожаров. В случае возгорания аккумуляторов потребуется большое количество воды.

В случае возгорания в аккумуляторе электромобиля наблюдаются следующие процессы: после короткого замыкания аккумулятор начинает нагреваться, при достижении температуры 70-90 °С ионопроводящий защитный слой на аноде разлагается, затем вступает в реакцию с литиевым электролитом, установленным на аноде, выделяет метан, этилен и др. Однако, несмотря на наличие такой взрывоопасной смеси, пожара не будет, потому что в системе еще нет кислорода. Поскольку реакции с электролитом являются экзотермическими, температура и давление внутри батареи продолжают расти. Когда температура достигает 180-200 °С, материал катода обычно вступает в реакцию с литием, установленным на кристалле, и выделяет кислород. Здесь происходит самовозгорание, и наблюдается более резкое повышение температуры, и огонь выходит изнутри батареи. Параллельно происходит термическое разложение электролита (200-300 °С), которое также выделяет тепло. И, наконец, графит вступает в реакцию с электролитом. При достижении температуры 660 °С коллектор алюминиевого флюса плавится. Тушить пламя литий-ионных

аккумуляторов очень сложно, потому что затруднен доступ оборудованию пожаротушения к аккумуляторному блоку. Поэтому, если обращаться официальному сайту и руководству Tesla, то можно прочесть, что возгорание аккумуляторов длится 24 часа, а за электромобилями следует наблюдать в течение 2-3 часов после устранения возгорания и дыма. Компания также рекомендует пожарным использовать много воды при пожаре.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.tadviser.ru/index.php>.
2. <https://www.eulerhermes.com/ru>.

УДК 614.841

ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЭПОКСИАМИННЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Швиднюк А.А.

Пархоменко В.-П.О., кандидат технических наук

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

Анотация. В данной работе изучено модифицированные эпоксиаминные композиции с помощью метода ИК-спектроскопии. Результаты ИК-спектроскопического анализа свидетельствуют, что в процессе структурирования модифицированной эпоксиаминной композиции происходит связывание гексафторсиликата меди(II) с *пера* в хелатный комплекс за счет образования прочных координационных связей Cu-N.

Ключевые слова: модифицированная эпоксиаминная композиция, ИК-спектроскопический анализ, антипирен-отвердитель, *пера*.

STUDY OF THE STRUCTURE OF MODIFIED EPOXYAMIN COMPOSITIONS

Shvidnyuk A.A.

Parkhomenko V., PhD in Technical Sciences

Lviv State University of Life Safety

Abstract. In this work, modified epoxyamine compositions were studied using IR spectroscopy. The results of IR spectroscopic analysis show that in the process of structuring the modified epoxyamine composition, copper (II) hexafluorsilicate binds from *pera* to the chelate complex due to the formation of strong Cu – N coordination bonds.

Keywords: modified epoxyamine composition, IR spectroscopic analysis, flame retardant, *pera*.

Для выявления участия предложенного антипирена-отвердителя в формировании пространственной сетки в процессе отверждения эпоксидной смолы записывали ИК-спектры для эпоксидной композиции, процесс отверждения которой проходило с помощью *пера* и с помощью антипиреном-отвердителем (рис. 1).

На основании результатов ИК-спектроскопических исследований установлено, что в результате отверждения эпоксидной смолы с помощью *пера*, появляются полосы, описывающие колебания связи N-C и колебания характерны для O-N связей. При этом практически исчезают полосы поглощения, характерные связи N-H. Кроме того, на ИК-

спектрах эпоксидной смолы процесс отверждения которой проходило с помощью *рера* идентифицировано расширенную полосу поглощения при 3332 см^{-1} , которая относится к валентных колебаний ОН-групп [1-5].

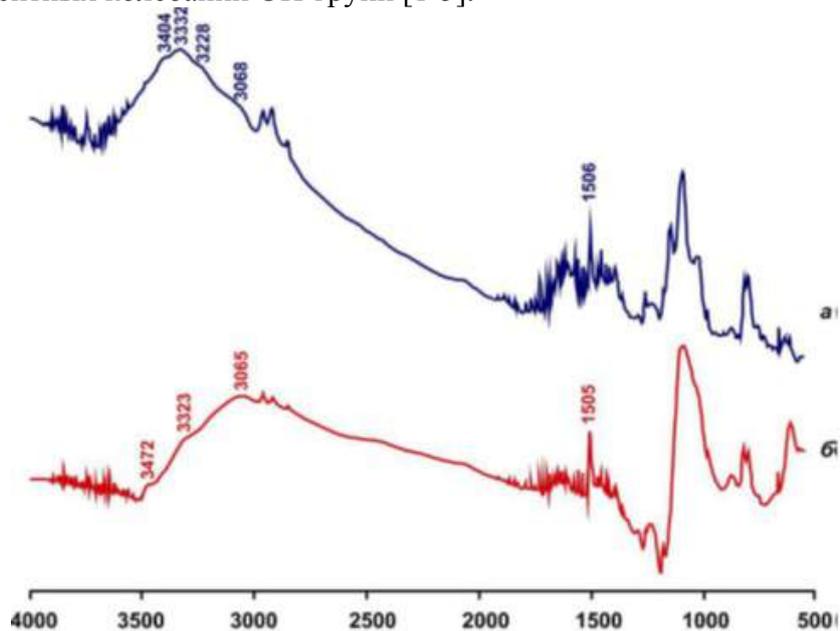


Рисунок - 1. ИК-спектры эпоксидной смолы отвержденной *рера* (а) и антипиреном-отвердителем (b)

Это свидетельствует о том, что структурирование эпоксидной композиции с участием *рера* протекает в результате взаимодействия аминогруппы отвердителя и эпоксидной группы эпоксидного олигомера по известному механизму согласно схеме 1.

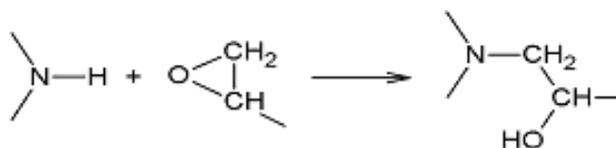


Схема 1

При отверждении эпоксидной композиции предложенным антипиреном-отвердителем полоса, которая описывает валентные колебания ОН-групп смещена и существенно ослаблена в результате Cu (II) ОН координации и наблюдается при 3323 см^{-1} . Очевидно, что в процессе структурирования эпоксиаминной композиции в присутствии антипирена-отвердителя, происходит взаимодействие между эпоксидными группами эпоксидной смолы и координированными ионом Cu^{2+} аминными группами антипирена-отвердителя, которая протекает по следующему химизму:

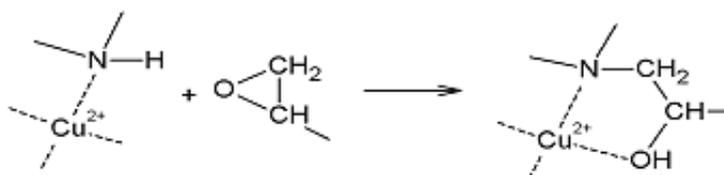


Схема 2

Таким [6-7] образом, результаты ИК-спектроскопического анализа свидетельствуют, что в процессе структурирования модифицированной эпоксиаминной композиции происходит связывание гексафторсилката меди(II) с *рера* в хелатный комплекс за счет образования прочных координационных связей Cu -N.

ЛИТЕРАТУРА

1. Helen Lavrenyuk The effect of preparation technology and the complexing on the service properties of self-extinguishing copper (II) coordinated epoxy-amine composites for pouring polymer floors / Helen Lavrenyuk, V-P Parhomenko, Borys Mykhalichko // International Journal of Technology. 2019. Vol. 10. No. 2. P. 290-299.
2. Лавренюк О.І. Квантово-хімічне моделювання поведінки хелатного комплексу $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{NH}_2)(\text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{NHC}_2\text{H}_4\text{NH}_2)]\text{SiF}_6$ – антипіренузатвердника епоксидних смол в умовах горіння / О.І. Лавренюк, Б.М. Михалічко, В.-П.О. Пархоменко // Вопросы химии и химической технологии. – 2018. – № 3 (118). – С. 31-36.
3. Пархоменко В.-П.О. Визначення групи горючості епоксіамінних композицій, модифікованих солями купруму(II) / В.-П.О. Пархоменко, О.І. Лавренюк, Б.М. Михалічко // Проблемы пожарной безопасности. – 2017. – Вып. 41. – С. 124-128.
4. Пархоменко В.-П.О. Роль антипірена-затвердника у формуванні самозгасаючих епоксіамінних композицій / В.-П.О. Пархоменко, О.І. Лавренюк, Б.М. Михалічко // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. – 2017. – №1 (3). – С. 84-89.
5. Пархоменко В.-П.О. Вплив купрум(II) гексафлуорсилікату на термоокисну стійкість самозгасаючих епоксіамінних композицій / В.-П.О. Пархоменко, В.В. Кочубей, Б.М. Михалічко, О.І. Лавренюк, Ю.П. Павловський // Пожежна безпека. – 2017. – №30. – С. 132-136.
6. Пархоменко В.-П.О. Перспективи застосування силіційумісних антипіренів для зниження горючості епоксидних композицій / Пархоменко В.-П.О., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. // Збірник наукових праць Вісник ЛДУБЖД. Львів, 2017. – №15. – С. 94-100.
7. Пархоменко В.-П.О. Трудногорючие эпоксиаминные композиции: принципы формирования и регулирования показателей пожарной опасности / Пархоменко В.-П.О., Лавренюк Е.И., Мыхаличко Б.М. // Научный журнал: Вестник Кокшетауского технического института. Казахстан, 2018. – № 1 (29). – С. 56-61.

УДК 614.841.33:624.014.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ КОТОРЫХ ДОПУСКАЕТСЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЕ НА ОБЪЕКТАХ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕЗАЩАЩЕННЫМИ

Шкараденюк К.В., Кураченко И.Ю.

Жамойдик С.М., кандидат технических наук, доцент
Кудряшов В.А., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Разработан подход по определению предельного значения нагрузки, при которых, стальные конструкции могут быть применены в здании без огнезащиты.

Ключевые слова: огнестойкость, критическая температура конструкции, предел текучести, нагрузка.

DEFINITION OF PARAMETERS OF STEEL STRUCTURES WHERE UNPROTECTED USE IS ALLOWED

Shkaradyonok K.V., Kurachenko I.Yu.

Zhamoidzik S.M., PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Kudryashov V.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. An approach has been developed to determine the maximum load value at which steel structures can be used in a building without fire protection.

Keywords: fire resistance, critical temperature of the structure, yield strength, load.

Обеспечение огнестойкости строительных конструкций является неотъемлемой частью проектирования зданий. В зданиях II–IV степени огнестойкости стальные конструкции применяют незащищенными, если требуемый предел огнестойкости конструкции не превышает R (E, RE, REI) 15.

При использовании упрощенных методов расчета критическую температуру стальных конструкций 1-3 класса сечения по [1] в общем случае допускается принимать 500 °С, для стальных конструкций 4 класса сечения – 350 °С согласно [2]. Указанные критические температуры, позволяют обеспечивать несущую способность стальных конструкций при пожаре, при уровне их нагружения во время пожара около 65-70%, от ее несущей способности в холодном состоянии.

Таким образом, огнестойкость стальных конструкций в общем случае обеспечивается при приведенной толщине металла от 8 мм – для 1-3 класса сечения по [1], и от 15 мм – для 4 класса сечения по [1]. Все конструкции имеющие приведенную толщину металла менее указанных, в общем случае имеют огнестойкость ниже 15 минут и не могут применяться в зданиях II–IV степени огнестойкости без огнезащиты, что противоречит требованиям норм.

Предел огнестойкости стальных конструкций в общем случае, зависит от коэффициента сечения (приведенной толщины металла), класса сечения по ТКП EN 1993-1-1 [1], уровня нагружения и условий работы конструкции. Таким образом, в зависимости от комбинации этих характеристик, также будет меняться и предел огнестойкости конструкции. Поэтому критическая температура конструкции, может быть рассчитана для стального элемента исходя из его условий работы, что позволит сделать более правильный вывод о возможности применения стальных конструкций в здании без огнезащиты.

В качестве примера рассмотрены стальные балки, работающие на изгиб раскрепленные по всей своей длине, из условия снижения прочности (предела текучести) стали до величины напряжения, возникающего в элементе от внешней нагрузки. Поэтому в данной публикации вопросы устойчивости балок под совместной температурно-силовой нагрузкой, не рассматриваются.

Предположив, что огнестойкость стальных конструкций наступает на 15 и 30 минуте, при заданной длине балки и пределе текучести стали при 20 °С, можно определить предельное значение нагрузки, при которой наступит ее огнестойкость. Для этого необходимо сделать:

1. Определить нагрев расчетного сечения стальной конструкции на 15 и 30 минуте.
2. На основании температуры сечения стальной конструкции по [1] определить коэффициент снижения предела текучести, k_y .
3. Определить расчетное значение несущей способности балки на изгиб:

$$M_{Rd,fi} = W \cdot f_y \cdot k_y, \quad (1)$$

где: W – соответствующий момент сопротивления сечения.

4. Поскольку принято что огнестойкость конструкции должна наступить на 15 и 30 минуте, то на 15 и 30 минуте расчетное значение действующего изгибающего момента будет равно расчетному значению несущей способности балки на изгиб:

$$M_{Sd,fi} = M_{Rd,fi} \quad (2)$$

5. Расчетное значение действующего изгибающего момента для шарнирно опертой балки определяется по формуле:

$$M_{Sd,fi} = \frac{q l^2}{8}, \quad (3)$$

где: q – нагрузка, кН/м.

l – длина пролета, м.

6. Подставив в уравнение 3 значение расчетного сопротивления балки на изгиб и задаваясь длиной пролета, определяем предельное значение нагрузки на м.п. балки, при которой ее огнестойкость будет составлять 15 и 30 минут:

$$q = \frac{8 \cdot M_{\text{кр}}}{l^2} \quad (4)$$

Авторами было проведено множество расчетов по нагреву стальных конструкций двутаврового сечения по СТО-АСЧМ 20-93 для которых определена расчетная температура на 15 и 30 минуте пожара.

Пример результатов расчета некоторых балок при четырехстороннем огневом воздействии приведен в таблице 1. Критическая нагрузка определена для марки стали С245.

Таблица 1 – Величина предельной нагрузки на м.п. для несущих стальных балок по [4] в зависимости от пролета и времени огневого воздействия

Наименование	Нагрузка на метр погонный, кН/м							
	Длина пролета, м							
	3		6		9		12	
	Время огневого воздействия							
	15 мин.	30 мин.	15 мин.	30 мин.	15 мин.	30 мин.	15 мин.	30 мин.
50 Б1	80,57	30,99	20,14	7,75	8,95	3,44	5,04	1,94
50 Б2	97,08	34,93	24,27	8,73	10,79	3,88	6,07	2,18
50 Б3	120,88	40,44	30,22	10,11	13,43	4,49	7,56	2,53
55 Б1	118,81	42,88	29,7	10,72	13,2	4,76	7,43	2,68
55 Б2	133	48	33,25	12	14,78	5,33	8,31	3
60 Б1	136,1	48,21	34,02	12,05	15,12	5,36	8,51	3,01
60 Б2	167,39	55,24	41,85	13,81	18,6	6,14	10,46	3,45
70 Б0	211,72	69,62	52,93	17,4	23,52	7,74	13,23	4,35
70 Б1	243,69	77,79	60,92	19,45	27,08	8,64	15,23	4,86
70 Б2	310,02	92,09	77,5	23,02	34,45	10,23	19,38	5,76

В результате проделанной работы получен массив данных, позволяющий без сложных расчетов определять подтверждение огнестойкости незащищенных стальных балок (без учета потери устойчивости) для 15 и 30 минут при стандартном огневом воздействии.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП EN 1993-1-1-2009 (02250). Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий. – Введ. 01.01.2010 г. – Минск : РУП «Стройтехнорм». 2010. – 93 с.
2. ТКП 45-2.02-110-2008 (02250). Строительные конструкции. Порядок расчета пределов огнестойкости. – Введ. 01.01.2010 г. – Минск : РУП «Стройтехнорм». 2010. – 129 с.
3. СН 2.01.03-2019. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости. – Введ. 08.09.2020 г. – Минск : РУП «Стройтехнорм». 2020. – 43 с.
4. СТО-АСЧМ 20-93 «Стандарт ассоциации предприятий и организаций по стандартизации продукции черной металлургии».

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

*Шнайдер А.А.
Морозова И.Д.*

Актерский Ю.Е., кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

**AUTOMATED LABORATORY COMPLEX FOR RESEARCH AND CALCULATION OF
FIRE SAFETY PARAMETERS OF METAL BUILDING STRUCTURES.**

*Shnaider A.A.
Morozova I.D.*

Aktersky Yu.E., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Аннотация. В настоящее время в процесс обучения активно внедряются программные технологии на базе персональных ЭВМ, применяемые для передачи ученику учебного материала и контроля степени его усвоения.

Использование АОС - верный способ получить выигрыш во времени обучения студента некоторой дисциплине. Автоматизированные обучающие системы (АОС) - комплекс технического, учебно-методического, лингвистического, программного и организационного обеспечений на базе ЭВМ, предназначенный для индивидуализации обучения. АОС представляют собой программно-технические комплексы, включающие в себя методическую, учебную и организационную поддержку процесса обучения, проводимого на базе информационных технологий. АОС - одно из наиболее эффективных средств интенсификации обучения при повышении квалификации специалистов.

АОС позволяют в оригинальной методической форме выработать у обучаемых необходимые навыки и умения, а так же закрепить лекционный материал. Такого рода системы обладают весьма широкими возможностями. В частности, они имеют неограниченные ресурсы в области моделирования изучаемых объектов и явлений, а также непосредственным образом участвуют в выборе продукта учебной деятельности. Кроме того, АОС берет на себя внушительный объем операций в процессе самообучения, освобождая обучаемого от ряда компонентов ориентировочной, исполнительской, контрольной и корректировочной деятельности, дает обучаемому оперативные указания относительно процедуры выполнения составляющих учение актов.

АОС работают в двух режимах: ОБУЧЕНИЕ и ЭКЗАМЕН.

Из основных назначений автоматизированного лабораторного комплекса для исследования и расчетов параметров пожарной безопасности металлических строительных конструкций можно выделить следующие:

1. Контроль знаний учащихся в дисциплине;
2. Выполнение функций учебных тренажеров;
3. Помощь в овладении новым учебным материалом;
4. Стимуляция интереса учащихся к изучаемому предмету.

Создавая автоматизированный лабораторный комплекс для исследования и расчетов параметров пожарной безопасности металлических строительных конструкций, нужно помнить о трех обстоятельствах:

-человеческий мозг способен перерабатывать в ограниченный промежуток времени ограниченный объем полезной информации;

- в большинстве отечественных вузов работа в компьютерном классе лимитирована по времени;

Наиболее эффективной является следующая организация работы обучаемого с автоматизированным комплексом:

Сначала производится изучение и проработка учебно-методического материала, принимаемого к АОС (тексты лекций, пояснения к вопросам и т.д.), а также «Руководства по эксплуатации АОС». Это делается обучаемым самостоятельно под руководством преподавателя. Однако не исключается организация чтения лекций по темам (включенным в АОС) для всей группы обучаемых; затем выполняется непосредственная работа обучаемого с АОС под контролем преподавателя, который выбирает темы для изучения и их порядок.

Применение графических иллюстраций в учебных компьютерных системах позволяет не только увеличить скорость передачи информации обучаемому и повысить уровень ее понимания, но и способствует развитию таких важных для специалиста любой отрасли качеств, как интуиция, профессиональное «чутье», образное мышление.

Применение автоматизированного лабораторного комплекса позволит разрешить проблему узкого места, возникающую при обучении студента в учебном заведении. Развитие информационных технологий дает новый импульс системам дистанционного обучения, обеспечивает доступ к огромным объемам информации. Кроме того, автоматизированный лабораторный комплекс значительно облегчают работу преподавателям, так как берут на себя большое количество рутинных функций, не требующих (или почти не требующих) вмешательства в реальном времени со стороны специалистов изучаемой области. Этим обусловлена актуальность рассматриваемой темы,

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнеева Л., Сеницкий Н., Сеницкий Л. Прикладные программные средства поддержки учебного процесса в системе открытого образования // Персонал: Журнал для всех, кто работает с людьми. — 2004 — №10. — с. 84-89
2. Гусева А.И. Оценка качества распределенных обучающих систем,- 2002 -32 с.
3. Карамурзов Б.С. Информационное обеспечение непрерывного профессионального образования в университетском комплексе. Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2004.
4. Тазетдинов А. Д. О некоторых способах измерения параметров управляющей информации в автоматизированных обучающих системах //УБС. 2009 №27. С.308-324.

УДК 614.8.01

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Шофеев Т.Г., Пашкевич В.А.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В статье обоснована актуальность исследований вопросов, связанных с управлением в чрезвычайных ситуациях. Приведены статистические данные по чрезвычайным ситуациям в Российской Федерации, определена их динамика.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, техногенная ЧС, природная ЧС, биолого-социальная ЧС, статистические показатели.

ANALYTICAL REVIEW OF EMERGENCY SITUATIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Shofeev T.G., Pashkevich V.A.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Abstract. The relevance of the study of issues related to management in emergency situations is shown. Statistical data on emergency situations in the Russian Federation are presented, and their dynamics are determined.

Keywords: emergency, man-made emergency, natural emergency, biological and social emergency, statistical indicators.

Вопросы обеспечения безопасности территории и населения являются важными для любого государства. Естественно, любая чрезвычайная ситуация вне зависимости от масштаба (локальная, региональная или федеральная) наносит серьезный ущерб по социально-экономическому развитию, в том числе и в Российской Федерации (РФ). Так, например, по данным МЧС России [1] материальный ущерб, причиненный ЧС различных видов, в 2019 г. составил 20 507,88 млн руб., тогда как в 2018 г. – 11 228,028 млн руб. Поэтому в РФ при непосредственном участии Президента Путина В.В. и исполнительными органами власти (в частности МЧС России) реализуются различные нормативно-правовые акты, направленные на повышение уровня защищенности населения. Одним из таких важных и целеполагающих является Указ Президента РФ «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от ЧС на период до 2030 года» [2], в котором одной из важнейших задач является совершенствование деятельности МЧС России в контексте повышения эффективности управления рисками ЧС с учетом различного вида возникающих угроз (природного, техногенного и т.д.).

Постоянно возникающие ЧС и внимание к ним со стороны государственных деятелей вызывают интерес у ученых в части проведения исследований, будь то фундаментальные или прикладные. Большая часть этих работ связана с вопросами управления, такими как системы поддержки принятия решений в ЧС, скорость и качество реагирования на стихийные бедствия, проведение аварийно-спасательных работ, оказание медицинской помощи. Поэтому для реализации, определенной авторами выше ключевой задачи указа, необходимо с позиции системного анализа не только опираться на работы авторов данного направления, но и провести достаточно глубокий анализ для большего понимания предметной области исследования.

За 2019 г. в РФ было зафиксировано 266 ЧС (аналогичный показатель 2018 г.) (см. рис. 1), которые по масштабу распределились следующим образом: 116 – локальных, 109 – муниципальных, 7 – межмуниципальных, 30 – региональных и 4 – федеральных. Основные тенденции ЧС 2019 и 2018 гг. характеризуются: *погибло* 532 чел., что на 25,8% меньше 2018 г. – 717 чел.; *пострадало* около 121 тыс. чел., больше на 110% 2018 г. – 57 тыс. чел.; *спасено* 9607 чел., меньше на 34,7% 2018 г. – 14 тыс. чел.

Основными видами ЧС в 2019 г. были техногенные, природные и биолого-социальные. Причем, на долю техногенных ЧС в 2018 г. пришлось 75,94% от общего числа ЧС; на долю биолого-социальных – 5,64%; на долю природных – 18,42%; крупных террористических актов не зарегистрировано (см. рис. 1). Распределение по федеральным округам представлено на рисунке 2.

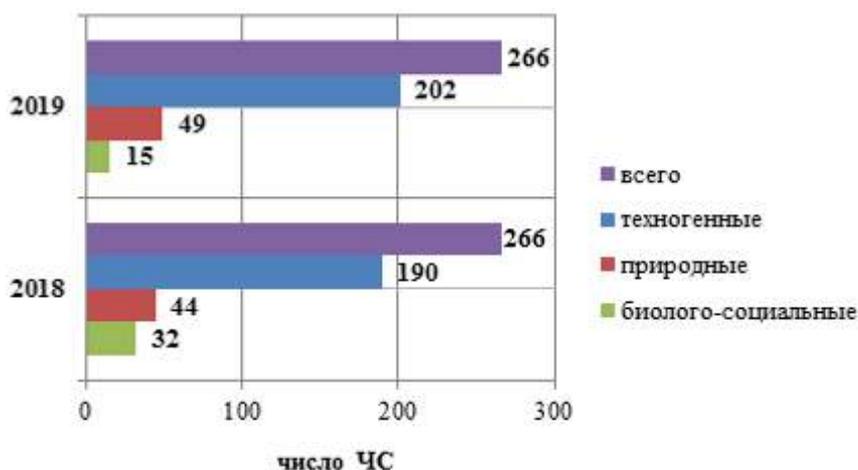


Рисунок 1 – Сравнительные данные количества ЧС по их возникновению

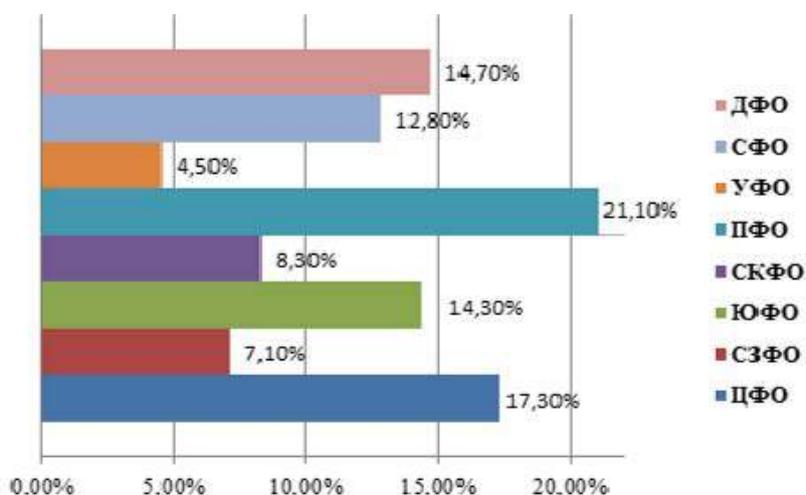


Рисунок 2 – Распределение количества ЧС по федеральным округам в 2019 г.

В техногенных ЧС погибло 498 чел. (93,6% от общего количества погибших); в природных ЧС погибло 34 чел. (6,4% от общего количества погибших); в биолого-социальных ЧС погибших нет. В техногенных ЧС пострадало 2532 чел. (2,1% от общего количества пострадавших); в природных ЧС – 118 тыс. чел. (97,9% от общего количества пострадавших); в биолого-социальных ЧС – 5 чел. В техногенных ЧС спасено 1979 чел. (20,6% от общего количества спасенных); в природных ЧС спасено 7623 чел. (79,35% от общего количества спасенных), в биолого-социальных ЧС спасено 5 чел. Материальный ущерб от техногенных ЧС составил 4751,476 млн руб. (23,2% от общего ущерба); от природных ЧС – 15 019,962 млн руб. (73,2% от общего ущерба); от биолого-социальных ЧС – 736,45 млн руб. (3,6% от общего ущерба).

Рассмотрим более подробно статистические показатели по каждому типу возникновения ЧС отдельно. В 2019 г. произошло 202 ЧС техногенного характера, в которых погибло 498 чел., пострадало 2532 чел., спасено 1979 чел. По сравнению с 2018 г. количество ЧС техногенного характера увеличилось на 6,3% (190 ЧС), количество погибших и пострадавших уменьшилось на 29,8% (709 чел.) и на 34% (3838 чел.) соответственно, количество спасенных увеличилось на 81,2% (1092 чел.). По виду источников ЧС техногенного характера в 2019 г. преобладали: ДТП с тяжкими последствиями (119, в 2018 г. – 95); авиационные катастрофы (28, в 2018 г. – 33); взрывы в зданиях и сооружениях жилого, социально-бытового и культурного назначения (11, в 2018 г. – 16); аварии грузовых и пассажирских поездов (10, в 2018 г. – 4); взрывы в зданиях, на коммуникациях, технологическом оборудовании промышленных объектов (5, в 2018 г. – 4); обрушение зданий и сооружений жилого, социально-бытового и культурного назначения (5, в 2018 г. – 2); аварии на электроэнергетических системах (5, в 2018 г. – 4).

На территории РФ в 2019 г. было зафиксировано 49 ЧС природного характера, в которых погибло 34 чел., пострадало 118 374 чел., спасено 7623 чел. По сравнению с 2018 г. количество ЧС природного характера увеличилось на 11,4% (в 2018 г. – 44 ЧС), количество погибших увеличилось в 4,3 раза (в 2018 г. – 8 чел.), количество пострадавших увеличилось на 120,7% (в 2018 г. – 53 637 чел.), количество спасенных уменьшилось на 44% (в 2018 г. – 13 615 чел.). Преобладающими, ЧС природного характера были: опасные гидрологические явления (17, в 2018 г. – 12); заморозки, засухи (12, в 2018 г. – 14); сильные дожди, сильные снегопады, крупный град (9, в 2018 г. – 11). В 2019 г. произошло увеличение количества региональных ЧС природного характера – до 23 случаев (в 2018 г. – 20 случаев), количество федеральных ЧС уменьшилось на одну – 2 случая (в 2018 г. – 3 случая).

Для ЧС биолого-социального характера показатели за 2019 г. были следующие: произошло 15 ЧС, в которых пострадало 5 чел., спасено 5 чел., гибели людей не было. Количество ЧС биолого-социального характера по сравнению с 2018 г. уменьшилось в 2,1 раза (2018 г. – 32), количество пострадавших увеличилось на 3 чел. (2018 г. – 2 чел.), количество спасенных увеличилось на 5 чел. (в 2018 г. – 0 чел.). Среди ЧС биолого-социального характера в 2019 г. наибольшее количество составили ЧС, связанные с инфекционными заболеваниями сельскохозяйственных животных (14 ЧС – 93,34%, в 2018 г. – 27 ЧС).

Приведенные статистические данные о ЧС не только актуализируют, но и являются фундаментом для проведения дальнейших исследований в вопросах управления силами и средствами МЧС России в ЧС на ее различных этапах (предупреждение, готовность, реагирование и восстановление) [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт МЧС России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru>.
2. Указ Президента РФ от 11.01.2018 г. № 12 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года»
3. Максимов А.В., Матвеев А.В. Перспективы использования коллективных знаний при реагировании на чрезвычайные ситуации // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2019. – № 4. – С. 89-97.

УДК 614.833.5::54

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ВЗРЫВООПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЫЛЕЙ

Ясюкевич А.П.

Бирюк В.А., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Аннотация. Установлено, что химический и вещественный состав промышленных пылей изменяется в зависимости от структуры данных веществ, а также влияет на их взрывопожароопасные свойства.

Ключевые слова: пыль, пожар, взрыв, разрушение, повреждение, взрывоопасный, сахарная пыль, мучная пыль, сухое молоко, химический состав, вещественный состав.

RESEARCH OF CHEMICAL AND MINERAL COMPOSITION OF EXPLOSIVE INDUSTRIAL DUSTS

Yasiukevich A.P.

Biruk V.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. It has been established that the chemical and material composition of industrial dusts changes depending on the structure of these substances? And also effects their explosive and hazardous properties.

Keywords: dust, fire, explosion, destruction, damage, explosive, sugar dust, flour dust, powdered milk, chemical composition, material composition.

Данные статистических источников показывают, что ежегодно в мире происходит около 400 взрывов различных по природе и происхождению пылей и их количество имеет тенденцию к росту.

Понятие «пыль» характеризует физическое состояние вещества, конкретно его раздробленность на мельчайшие частицы. Таким образом, пыль – это дисперсная система, в которой твердые частицы вещества представляют дисперсную фазу, а воздух – дисперсионную среду. Также пыль можно описать как аэрозоль двухфазной системы, размеры твердых частиц которой могут иметь размеры до 300 мкм [1].

Способность образовывать с воздухом взрывоопасную смесь является важнейшим отрицательным свойством многих видов пыли. Именно эти свойства приводят к несчастным случаям на производстве, разрушению и повреждению технологического оборудования, строительных конструкций, материальному ущербу, причинению вреда окружающей среде.

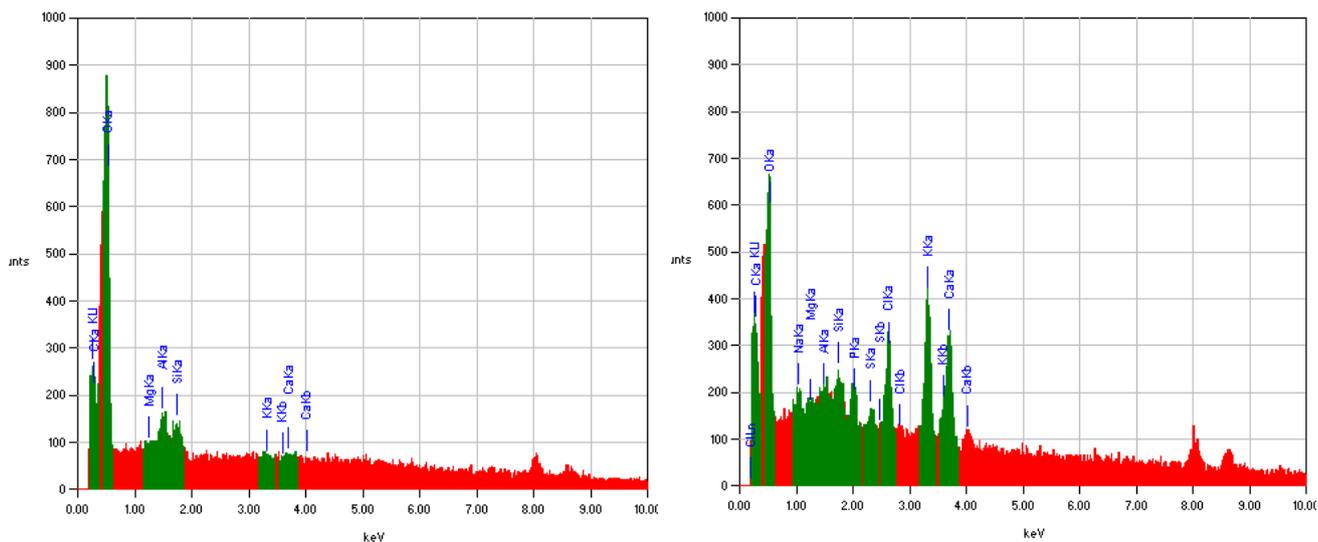
В Республике Беларусь одной из развитых отраслей промышленности является пищевое производство. Технологический процесс на предприятиях данной направленности связан с выпуском и (или) обращением взрывоопасных пылей: мучной, сахарной, молочной, крахмальной, комбикормовой и других.

Хочется отметить, что в связи с ростом общемирового спроса на продукты питания происходит наращивание объемов производства, совершенствование технологий выпуска, увеличение ассортимента выпускаемой продукции. В сложившейся ситуации, имеющаяся справочная информация становится недостаточной, и требует проведения новых исследований для восполнения недостающих данных о физико-химических свойствах пылевидных веществ и материалов.

Одним из наиболее стремительно развивающихся направлений в нашей стране стало производство сухих молочных смесей, представленных 19 группами продуктов, имеющими в ассортименте около 90 видов. Появление новых видов продукции свидетельствует о различиях в структуре и составе данных веществ, а также об особенностях их взрывоопасных свойств [2].

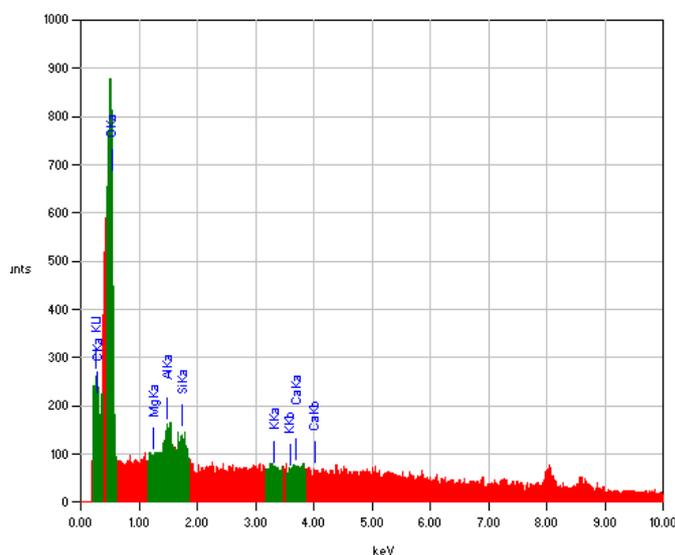
Анализируя статистику взрывов и пожаров, учитывая объемы производства и недостаточность данных, был проведен отбор проб промышленных пылей. Для проведения исследований было выбрано сухое молоко, сахарная и мучная пыль.

В ходе проведения эксперимента нами был применен метод сканирующей электронной микроскопии с использованием микроскопа JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201 (JEOL, Япония) [3]. С помощью данного оборудования можно проводить анализ элементного состава от В (бор) до U (уран). Диапазон концентраций 0,1-100 %.



а)

б)



в)

а) мучная пыль; б) молочная пыль; в) сахарная пыль
Рисунок 1 - Химического состав исследуемых веществ

Массовое содержание химических элементов в исследуемых пробах пыли приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав исследуемой пыли

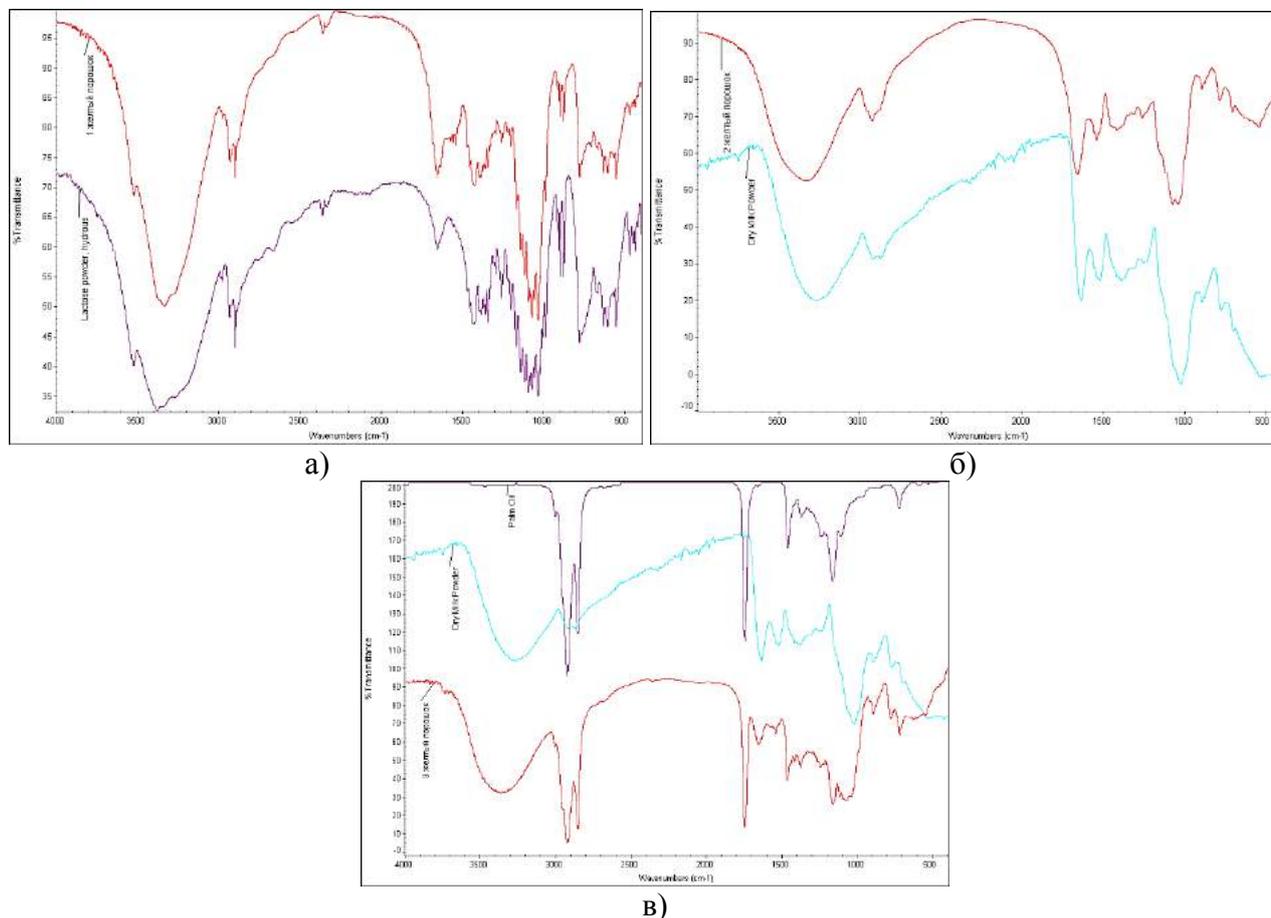
Проба пыли	Наименование элементов и их массовое содержание, масс.%										
	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca
Мучная пыль	33,28	60,18	–	0,47	2,38	0,33	0,76	0,77	0,51	0,87	0,44
Молочная пыль	31,91	47,73	1,67	0,39	0,27	0,66	1,80	0,52	3,27	6,46	5,32
Сахарная пыль	28,55	68,74	–	0,13	1,28	0,68	–	–	–	0,31	0,35

Дополнительно нами были проведены исследования вещественного состава порошков молочных смесей, которые на сегодняшний день малоизучены, а ассортиментный перечень и объемы производства сухих молочных смесей растут с каждым годом.

Для этих целей нами использовался ИК-Фурье спектрометр NEXUS E.S.P. (Thermo Scientific, США). Прибор оснащен алмазной кюветой и приставкой многократного

нарушенного полного внутреннего отражения для анализа твердых и жидких проб. Позволяет получать качественную и количественную информацию о строении и составе неорганических и органических веществ. Спектральный диапазон: $4000\text{ см}^{-1} - 200\text{ см}^{-1}$. Инфракрасные спектры поглощения органических веществ позволяют судить о наличии в молекуле вещества тех или иных функциональных групп.

Исследование проводилось для образцов сыворотки молочной (рисунок 2, а), молока сухого обезжиренного (рисунок 2, б) и концентрата сывороточного жирового (рисунок 2, в).



а) молочная сыворотка; б) сухое обезжиренное молоко;
в) сывороточный жировой концентрат
Рисунок 2 - Вещественный состав молочных порошков

Анализ полученных данных показал существенное отличие спектров поглощения опытных образцов. Так, если в образцах сухого молока и молочной сыворотки удалось идентифицировать спектры поглощения характерные для органических функциональных групп молока, то в образцах сывороточного жирового концентрата обнаружены полосы поглощения, позволяющие судить о наличии пальмового масла. Наличие последнего может оказать существенное влияние на способность образовывать с воздухом взрывоопасную смесь, а также влиять на интенсивность процесса горения пылевидных материалов.

Таким образом, проведенные исследования показали, что все исследуемые образцы промышленных пылей существенно отличаются по химическому и вещественному составу, что требует проведения дополнительных экспериментальных исследований по определению нижних концентрационных пределов взрываемости, а также других физико-химических свойств, влияющих на их взрывопожароопасность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Годжелло, М.Г. Взрывы промышленных пылей и их предупреждение / М.Г. Годжелло. – Москва: Изд-во МЖКХ РСФСР, 1952. – 143 с.

2. Статистическая информация по экспорту сухих молочных продуктов в сети Интернет: [Электронный ресурс] https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/statistika-vneshneekonomicheskoy-deyatelnosti/vneshnyaya-torgovlya-tovarami/godovye-dannye/eksport-vazhneyshikh-vidov-produktsii/index.php?sphrase_id=1539267 – Режим доступа: Дата доступа: 24.02.2021.
3. Жарский, И.М. Физические методы исследования в неорганической химии / И.М. Жарский, Г.И. Новиков. – М.: Высшая школа, 1988. – 270 с.

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 1

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. 36,74. Уч.-изд. л. 35,24.
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.