

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

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ И ВЗРЫВЕ

*Сборник материалов
X Международной заочной научно-практической конференции*

22 декабря 2023 года

Минск
УГЗ
2024

УДК 614.841.41
ББК 38.96
О-38

Организационный комитет конференции:

Полевода Иван Иванович – начальник Университета гражданской защиты, канд. техн. наук, доцент – председатель;

Члены организационного комитета:

Булавка Юлия Анатольевна – доцент кафедры технологии и оборудования переработки нефти и газа Полоцкого государственного университета, канд. техн. наук, доцент;

Бирюк Виктор Алексеевич – заведующий кафедрой промышленной безопасности Университета гражданской защиты, канд. техн. наук, доцент;

Горошко Елена Юрьевна – доцент кафедры организации службы, надзора и правового обеспечения Университета гражданской защиты, канд. юрид. наук, доцент; Ботян Сергей Сергеевич – начальник кафедры пожарной безопасности Университета гражданской защиты, канд. техн. наук, доцент;

Навроцкий Олег Дмитриевич – доцент кафедры автоматических систем безопасности Университета гражданской защиты, канд. техн. наук, доцент;

Осяев Владимир Александрович – доцент кафедры пожарной безопасности Университета гражданской защиты, канд. техн. наук, доцент;

Рябцев Виталий Николаевич – начальник кафедры автоматических систем безопасности Университета гражданской защиты, канд. техн. наук, доцент;

Суриков Андрей Валерьевич – начальник кафедры организации службы, надзора и правового обеспечения Университета гражданской защиты, канд. техн. наук, доцент;

Проблемы обеспечения безопасности людей при пожаре и взрыве

О-38 сб. материалов международной заочной научно-практической конференции: Минск: УГЗ, 2024. – 202 с.

ISBN 978-985-590-217-2

Тезисы не рецензировались, ответственность за содержание несут авторы.

**УДК 614.841.41
ББК 38.96**

ISBN 978-985-590-217-2

© Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты»
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Секция № 1 «Обеспечение пожарной безопасности объекта на различных стадиях его жизненного цикла»

<i>Абдурахимов А.А., Мавлянова М.Э., Абдувалиев А.А.</i> Определение огнестойкости целлюлозосодержащих материалов модифицированных полимреными антипиренами	6
<i>А.А.Абдувалиев, Н.А.Нажмиддинова, Б.А.Мухамедгалиев</i> Особенности ламинарного и турбулентного горения и пути предотвращения процессов инициирования горения	11
<i>Абдукадиров Ф.Б.</i> Разработка эффективного огнезащитного состава для древесных конструкций	16
<i>Абдукадиров Ф.Б.</i> Новый полимерный антипирен для производства огнезащитных древесных материалов	18
<i>Гоман П.Н., Алферчик Б.Н.</i> Исследование процесса воспламенения лесного горючего материала от брошенной горящей спички	23
<i>Гоман П.Н., Алферчик Б.Н.</i> Оценка возможности воспламенения напочвенного покрова леса от брошенной тлеющей сигареты	26
<i>Жуманова С.Г., Мухамедов Н.А., Ахмедов С.И.</i> Некоторые проблемы повышения огнестойкости и жаростойкости бетонов	28
<i>Кадилова Х.Б., Абдукадиров Ф.Б., Абдувалиев А.А., Рашидов Э.</i> Новый и эффективный антипирен на основе спонтанной сополимеризации галоидалкила с фосфористой кислотой	31
<i>Кондакова Я.А., Навроцкий О.Д.</i> Эффективность применения модифицирующих добавок в составе пенообразователя при тушении водорастворимых горючих жидкостей	35
<i>Королев Д.С., Калач А.В.</i> Совершенствование системы мониторинга пожароопасной обстановки на базе БВС	38
<i>Кудряшов В.А., Панасик А.С.</i> Распространение результатов испытаний огнестойкости воздуховодов с учетом параметров поперечного сечения	42
<i>Леменков М.Д., Шархун С.В.</i> Актуальные проблемы применения горючих утеплителей в фасадных системах	47
<i>Мирошниченко А.С., Поддубская К.А., Михадюк М.В.</i> Организация системы контроля и реагирования на пожарные ситуации	51
<i>Мухамедов Н.А., Рашидов Э., Кадилова Х.Б.</i> Теплофизические характеристики новых пожаробезопасных плиточных материалов	54
<i>Мухидова З.Ш., Пулатова Э.К., Мухамедгалиев Б.А.</i> Разработка новых полимерных антипиренов	58
<i>Нажмиддинова Н.А., Абдувалиев А.А., Рустамов У.И.</i> Некоторые аспекты горения топлива с целью выявления возможности применения керамзитовых подложек при проливах нефтепродуктов	62
<i>Нурзова З.А., Абдукадиров Ф.Б.</i> Эффективный способ снижения токсичности и дымообразующей способности продуктов горения древесины	67
<i>Полевода И. И., Нехань Д.С., Жамойдик С. М.</i> Огнестоекость железобетонных плит, защищенных огнестойкими подвесными потолками	70
<i>Сысоева Е.В., Козловская Н.В., Попов С.Ю.</i> Безопасность труда в литейном производстве	74
<i>Тетерюков А.В.</i> Распределение экспериментальных значений температур при горении фрагмента двухскатной кровли, выполненной из горючих материалов	78
<i>Тошпулатова М.Т., Мухидова З.Ш., Пулатова Э.К.</i> Некоторые огнетеплозащитные характеристики теплоизоляционных материалов на основе вермикулита	81
<i>Третьякова М.Л.</i> Обеспечение пожарной безопасности на транспорте при перевозке опасных грузов	84

<i>Рахимбабаева М.Ш., Жуманова С.Г., Рашидов Э.</i> Исследование просадочности лесовых грунтов для предотвращения разрушений при взрывах и землетрясениях	87
<i>Rakhimbabaeva M.SH., Mukhidova Z.Sh., Mavlyanova M.E.</i> A new technology of epoxy resin modification new polymer fire-retardants	90
<i>Хасанова О.Т., Эшматов И.Е., Мухидова З.Ш.</i> Огнестойкость и жаростойкость бетонов на основе техногенных отходов	92
<i>Шарова В. Л., Гайшун В.Е., Косенок Я.А., Кадол В.Ф.</i> Разработка новых теплоизоляционных материалов с использованием наноразмерного диоксида кремния	97

Секция № 2 «Промышленная безопасность и охрана труда»

<i>Ахмедов С.И., Абдурахимов А.А., Мавлянова М.Э.</i> Разработка и исследование прикладных свойств огнестойкого арболита	102
<i>Запольский Е.А., Соболев В.И., Крышнев Ю.В., Кадол В.Ф.</i> Проблемы совершенствования защиты трубопроводного транспорта от внешних воздействий	105
<i>Зуева А. А., Булавка Ю. А.</i> Идентификация опасностей на рабочем месте изолировщика на термоизоляции с применением контрольного листа для наблюдений и собеседований	107
<i>Мавлянова М.Э., Абдурахимов А.А., Мухамедгалиев Б.А.</i> Необходимость знания основных аспектов подбора антипиренов для древесины	112
<i>Микус М.А., Грищенко С.В., Михадюк М.В.</i> Роль промышленной безопасности и охраны труда в развитии промышленности и экономики Республики Беларусь	116
<i>Мухидова З.Ш., Пулатова Э.К., Хакимов А.М.</i> Обеспечение безопасности технических систем нефтегазовых объектов при кризисных ситуациях	120
<i>Сапего М.И., Антоненков А.И.</i> Промышленная безопасность и охрана труда	123
<i>Ушакова И.Н., Довнар Г.В., Рыжова Т.В.</i> Промышленная безопасность в системе дополнительного образования литейщиков и металлургов	125
<i>Юркевич А. И., Олихвер В. А.</i> Влияние уровня охраны труда на надежность работы энергетического предприятия	127
<i>Фильченко Н.И., Антоненков А.И.</i> Охрана труда на промышленных предприятиях	131
<i>Павловский С.В., Амелянчик А.М.</i> Влияние химического состава сточных вод на устойчивость ограждающих конструкций очистных сооружений промышленных предприятий с целью предупреждения чрезвычайных ситуаций	135
<i>Иванистов А.С., Аушев И.Ю.</i> Безопасность объектов хранения и переработки зерна	136

Секция № 3 «Интегрированные системы безопасности: теория, практика, инновации»

<i>Гудков А.В., Стриганова М.Ю.</i> Аспекты безопасного транспортирования гидросмесей	139
<i>Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д., Бобин Р.Т., Подольницкий А.Ф.</i> Способы оценки разборчивости слов при передаче речевых сообщений системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре	142
<i>Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д., Доукешева Е.А.</i> Методика контроля образования водной пленки пленкообразующих огнетушащих составов на поверхности горючей жидкости	146
<i>Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д., Доукешева Е.А.</i> Лабораторная методика оценки огнетушащей эффективности составов для установок тушения мелкодисперсной водой	151
<i>Кондакова Я.А., Навроцкий О.Д.</i> Эффективность применения модифицирующих добавок в составе пенообразователя при тушении водорастворимых горючих жидкостей	156

<i>Кроливец А.В., Бунто О.В.</i> Положительные свойства воды как огнетушащего вещества	159
<i>Лихоманов А.О., Жуковский С.А.</i> Влияние объемной концентрации пенообразователя в растворе на показатель смазывающей способности	161
<i>Маточкин Д.Б.</i> Инновационные технологии при чрезвычайных ситуациях	166
<i>Рябцев В.Н., Лихоманов А.О., Навроцкий О.Д., Морозов А.А., Шкиндрер О.В., Доронин Д.В., Колос К.А.</i> Влияние геометрии проточного тракта насадков к стволу пожарному ручному СПРУ-50/0,7 на дальность подачи огнетушащего вещества и структуру компактной струи	170
<i>Свиридович Б.В., Старосто Р.С.</i> Проектирование и оценка устойчивости интегрированной системы безопасности для здания	175
<i>Таубе А.В., Бунто О.В.</i> Спринклерная системы водяного пожаротушения: применения, устройство, недостатки	176
<i>Шинкоренко К.Е., Копать А.А.</i> Беспроводные системы пожарной сигнализации: преимущество и недостатки	179

Секция 4 «Актуальные проблемы надзорной и профилактической деятельности МЧС»

<i>Беспалова А.П., Игнатович В.В., Антоненков А.И.</i> Обеспечение пожарной безопасности на промышленном предприятии	185
<i>Воронов С.П., Сидоркин В.А., Мартемьянов С.И., Мазаев К.А., Щербатых Л.В., Новиков А.А., Петрова Н.Г., Сидоркин Г.В.</i> Совершенствование форм и методов дополнительного профессионального образования в сфере пожарной безопасности	189
<i>Каминская В.С., Пузикова А.Е., Антоненков А.И.</i> Информационная осведомленность населения о мерах предотвращения Чрезвычайных ситуаций	194
<i>Ковалькова О.А.</i> Применение чат-бота как эффективного средства взаимодействия с родителями в формировании культуры безопасности жизнедеятельности	196
<i>Кольцов Г.А., Попов С.Ю.</i> Учебно-информационный буклет на тему: «Влияние различных режимов боевой готовности на гражданское население, введенных в связи с специальной военной операцией на 2023 год»	198

Секция 1

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЦЕЛЛЮЛОЗАСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИМЕЕРНЫМИ АНТИПИРЕНАМИ

Абдурахимов А.А., Мавлянова М.Э., Абдувалиев А.А.

Ташкентский архитектурно-строительный университет

Древесина, кенаф, хлопок и другие природные полимеры, почти на 100 % состоят из целлюлозы, они легко воспламеняются и довольно хорошо горят [1]. Огнезащитные составы на основе фосфора наряду с азотными соединениями являются наиболее эффективными ингибиторами горения. Следовательно, в течение последних 50 лет антипирены на основе состава фосфора и азота, таких как конденсаты солей фосфония, как мочевины и производные N-алкилфосфопропионамида широко принимаются как эффективные огнезащитные составы [2]. Однако, когда N-фосфопропионамид наносится на хлопчатобумажную ткань, ее прочность на разрыв и растяжение уменьшается, и ткань становится жесткой, так как она наносится в кислом состоянии. После обработки высвобождает опасный формальдегид, если надлежащий контроль процесса не соблюден и если обработка проводится без очистки газообразных стоков. Следовательно, есть необходимость разработать более экономичный, экологически чистый и устойчивый огнезащитный состав продукты, которые при нанесении на хлопчатобумажные ткани сохраняют свое качество до отличной степени.

В этом направлении исследователи попытались снизить количество формальдегида, освобождение от огнестойкой ткани за счет использования бутантетракарбоновой кислоты на основе составов [3], но низкая долговечность все еще остается проблемой. Хотя некоторый огнезащитный состав на основе вспучивающегося силиката, состав наноксид цинка и поликарбоновая кислота были разработаны для процесса экологически безопасного огнестойкого требования к тканям.

Следовательно, разработка легко применимого, эффективного и экологичного, но при этом более дешевого антипирена для целлюлозы по-прежнему являются проблемой для исследователей. Очень мало до сих пор сообщалось об исследованиях придания огнестойкости целлюлозной ткани с использованием натуральных продуктов. В данной работе рассматривается применение вспучивающих антипиренов для повышения огнестойкости

текстильных материалов. Перед пропиткой образцы ткани обмывали для удаления крахмальной и других химических обработок. Это позволяет изменить свойства поверхности материалов в широких пределах, улучшает гидрофильные свойства текстильного материала, увеличивает смачиваемость ткани, приводит к более эффективному и равномерному растворопоглощению. Задача вспучивающего антипирена заключается в повышении огнезащиты текстильных материалов путем создания на поверхности материалов теплоизолирующего слоя, выдерживающего высокие температуры и непосредственное действие огня. Наличие этого слоя позволяет замедлить прогревание и сохранять материал при пожаре в течение заданного периода времени. Для этого применяли рентгеноструктурный анализ вермикулита и модифицированного после реакции растворения в ортофосфорной кислоты и нейтрализации щелочью натрия.

Материалы и методы: Образцы огнезащищенных целлюлозных материалов получали путем пропитки водным раствором полимерного антипирена, приготовленного с различным содержанием фосфора, отжима до 85–100 % привеса и последующей сушкой. Далее проводили рентгеноструктурный анализ модифицированного и сходного вермикулита на приборе XRD-6100. Идентификацию образцов проводили на основе дифрактограмм, которого снимали на аппарате XRD-6100 (Shimadzu, Japan), управляемом компьютером. Применяли CuK_α -излучение (β -фильтр, Ni, 1.54060 Å режим тока и напряжения трубки 30 mA, 30 kV) и постоянную скорость вращения детектора 4 град/мин с шагом 0,02 град. ($\omega/2\theta$ -сцепление), а угол сканирования изменялся от 4 до 80°. Анализ рентгеновой фазы показывает, что в модифицированном вермикулите образовались два новых пика по сравнению с вермикулитом, 16,7 Å и 22,8 Å соответственно, а 25,3 Å и 44,7 Å были потеряны. Было обнаружено, что пик реакции 32,3 Å в вермикулите сдвигается на 33,1 Å в сторону высоких энергий в результате образования связей. После модификации и активации вермикулита плавление некоторых оксидов металлов в вермикулите снизилось на 28,3 Å и 65,6 Å, интенсивность SiO_2 и других оксидов увеличилась на 26,7 Å, 24,34 Å и 48,5 Å. Все остальные характерные пики в цветном фазовом анализе практически не изменились. В работе также рассматривается применение вспучивающих антипиренов для повышения огнестойкости текстильных материалов. Перед пропиткой образцы ткани обмывали, это позволяет изменить свойства поверхности материалов в широких пределах, улучшает гидрофильные свойства текстильного материала, увеличивает смачиваемость ткани, приводит к более эффективному и равномерному растворопоглощению. Образцы обработанных целлюлозных материалов переданы в научно-исследовательскую лабораторию МЧС Республики Узбекистан, где проведены сравнительные испытания на определение степени горючести исходных и модифицированных целлюлоза содержащих материалов. Так, образцы текстильных тканей, обработанных на антипиреновой суспензии, испытывались на лабораторной установке по определению скорости распространения пламени по ГОСТ 28157-89 «Методы определения стойкости к горению».

Для образования пламени используется универсальная горелка Бунзена с длиной патрубка от 80 до 100 мм и внутренним диаметром от 9,4 до 11,0 мм.

Образцы крепятся на лабораторном штативе с зажимами в горизонтальном или вертикальном положениях. Используется природный газ, при проведении испытаний пламя горелки подносят к нижней кромке свободного конца образца. Центральная ось патрубка горелки должна находиться в той же вертикальной плоскости, что и продольная ось образца. Пламя подносят на определенное время без изменения положения горелки так, чтобы торец образца был погружен в пламя на глубину около 6,5 мм, и затем удаляют от образца. Чтобы определить наивысшую категорию стойкости к горению, к которой может быть отнесен данный материал, пламя горелки подносят к центру свободного конца образца на 5 сек. Затем горелку удаляют от образца не менее чем на 150 мм и регистрируют время горения образца. На следующем этапе определены время воспламенения и потухания обработанных образцов.

В результате проведения комплексных исследований, учитывающих огнезащитные свойства тканей, установлено, что для изготовления огнестойкого материала целесообразно использовать оптимальное соотношение «текстильный материал – полимерный антипирен».

По ГОСТ 28157-89 для образцов толщиной менее 3 мм скорость горения должна превышать 75 мм/мин.

Следует отметить, что полученные огнезащищенные целлюлозные материалы сохраняют почти все прикладные свойства исходного материала.

Далее представляло интерес исследование дымообразования в приборе «Определение коэффициента дымообразования веществ и материалов» по ГОСТу 12.1.044-89 для образцов, обработанных полимерным антипиреном, который содержит в своем составе вермикулит и фосфор придающие материалам огнестойкие свойства. Опыты проводились в образцах с размером 40 x 40 x 1 мм. ($U=200$ В).

На рисунках 1–3 приводятся скорости распространения пламени и время горения образцов, также были исследованы дымообразования текстильных материалов пропитанных суспензионными антипиренами на основе местного сырья содержащий в своем составе полимерный антипирен, щелочь для нейтрализации и многоатомный спирт.

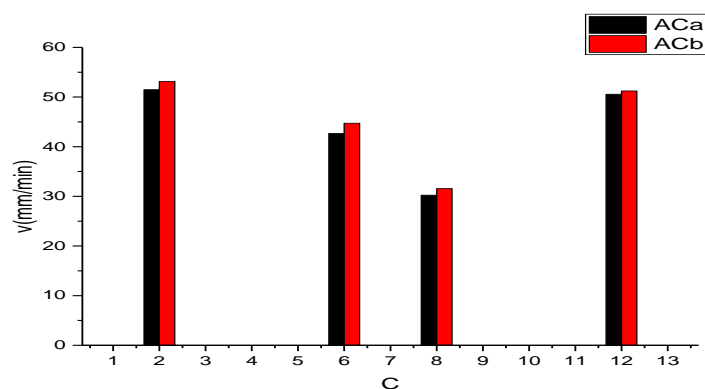


Рисунок 1. – Скорость распространения пламени вспученного вермикулита (ACa) и не вспученного вермикулита (ACб), в разных концентрациях (2 %, 6 %, 8 %, 12 %).

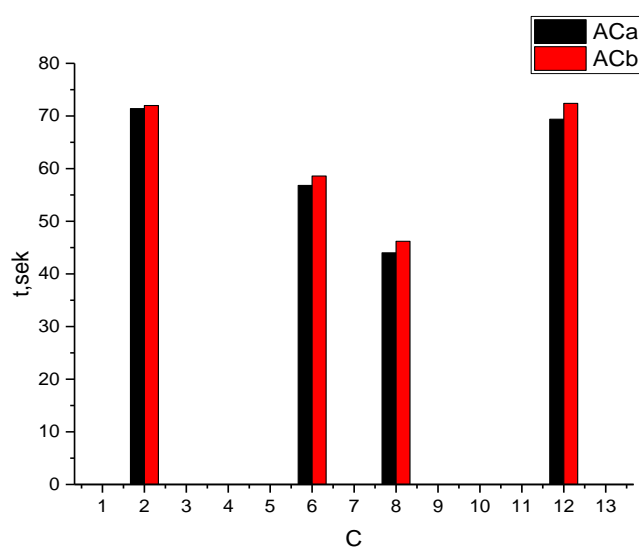


Рисунок 2. – Время горения вспученного вермикулита (ACa) и не вспученного вермикулита (ACб), в разных концентрациях (2 %, 6 %, 8 %, 12 %).

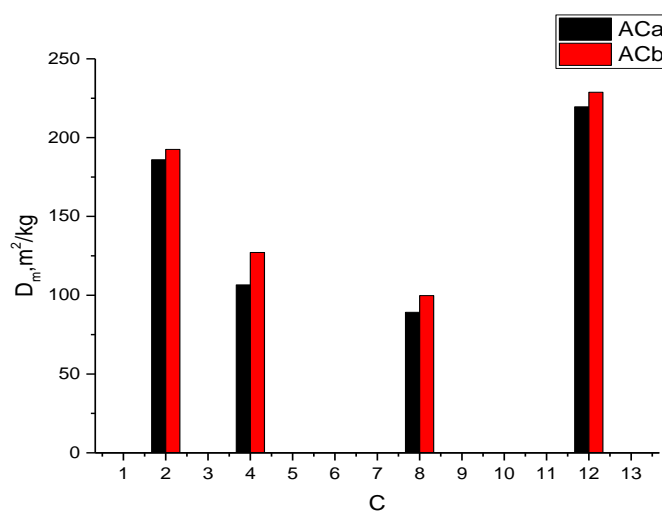


Рисунок 3. – Коэффициент дымообразования вспученного вермикулита (ACa) и не вспученного вермикулита (ACб), в разных концентрациях (2 %, 6 %, 8 %, 12 %).

При исследовании образцов текстильного материала обработанных полимерными антипиренами содержащих в своем составе вермикулит и фосфор в образцах среднее число коэффициента дымообразования составляет $D_{\text{срАСа}} \approx 185,93 \text{ м}^2/\text{кг}$, $D_{\text{срАСа}} \approx 185,93 \text{ м}^2/\text{кг}$, $D_{\text{срАС1а}} \approx 106,57 \text{ м}^2/\text{кг}$, $D_{\text{срАС1б}} \approx 127,15 \text{ м}^2/\text{кг}$, $D_{\text{срАС2а}} \approx 89,14 \text{ м}^2/\text{кг}$, $D_{\text{срАС2б}} \approx 99,76 \text{ м}^2/\text{кг}$, $D_{\text{срАС3а}} \approx 219,53 \text{ м}^2/\text{кг}$, $D_{\text{срАС3б}} \approx 228,8 \text{ м}^2/\text{кг}$. Полимерные антипирены полученные на основе галоидалкила и фосфорной кислоты относятся к категории со умеренной дымообразующей способности. Все опыты проводились по ГОСТу 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов» и ГРП 2.01.02-04 «Пожаробезопасность зданий и сооружений».

Таким образом, в этом исследовании использовался метод XRD в реальном времени, для записи процессов модификации вермикулита для получения полимерного антипирена. Рентген фазовые анализы показывают, что в модифицированном вермикулите образовались новые пики по сравнению с вермикулитом, некоторые пики были потеряны, что после модификации и активации вермикулита плавление некоторых оксидов металлов в вермикулита изменяется и получается новое вещество для пропитки которое обеспечивает термо- и огнескойкость текстильным материалам. Исследование горючести модифицированных целлюлозных материалов методом «огневой трубы» и определением скорости возгорания показали, что полимерный антипирен обладает более высоким огнезащитным эффектом, способствующим переводу сгораемого материала в группу трудносгораемых. Наблюдаемое при этом обугливание, свойственное любому органическому веществу, ограничивается площадью действия пламени. Также полимерный антипирен на основе техногенного отхода и фосфорной кислоты при использовании пропитки текстильных материалов относятся к категории со средней дымообразующей способности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dahiya J.B. and Kunar K. (2009), “Flame retardant study of cotton coated with intumescent: kinetics and effect on metal ions”, JSIR, Vol. 68 No. 6, pp. 548–554.
2. Patil V.M. and Desmukh A. (2012), Proceedings of the Rajamangala University of Technology Phranadkar, (RMUTP) International conference: Textile and fashion, Bangkok, p. 272.
3. Parikh D.V., Sachinvala N.D., Sawhney A.P.S., Robert K.Q. and Graves E.E. (2003), “Flame retardant cotton blends highlofts”, Journal of FIRE SCIENCES, Vol. 21, p. 385.

ОСОБЕННОСТИ ЛАМИНАРНОГО И ТУРБУЛЕНТНОГО ГОРЕНИЯ И ПУТЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ИНИЦИИРОВАНИЯ ГОРЕНИЯ

А.А.Абдувалиев, Н.А.Нажмиддинова, Б.А.Мухамедгалиев

Ташкентский архитектурно-строительный университет

Одной из основных задач, стоящих перед учеными является создание прочной материально-технической базы и обеспечение населения высококачественными товарами. В этой связи огромная роль отводится химическим огнезащитным составам, применение их в качестве антипиренов позволяет во многих случаях повысить качество готовых изделий. В целях придания товарам широкого потребления специальных свойств, характеризующимися высокими эксплуатационными свойствами, увеличения срока службы изделий на их основе, обработка их антипиреновыми композициями способствует выработке высококачественных изделий, позволяет значительно улучшать и разнообразить качество выпускаемой продукции [1].

В этом аспекте выявление ламинарного и турбулентного горения материалов, а также разработка превентивных мер по профилактике процессов горения является актуальной проблемой современности [2].

В заранее перемешанной смеси горючего и окислителя реакция горения может происходить во всем объеме, занятом горючей смесью (объемное горение), или в узкой зоне (фронт пламени), разделяющей исходную смесь и продукты и распространяющейся в виде так называемой волны горения. Объемное горение может быть организовано в гомогенном реакторе идеального перемешивания, в который поступает исходная смесь при температуре T_0 . На выходе из реактора смесь имеет температуру $T_b \geq T_0$, которая устанавливается в соответствии с текущим режимом работы реактора. В таком реакторе могут иметь место множественные стационарные режимы, явления гистерезиса, а также нестационарные режимы и автоколебания. Все эти явления характерны для теории горения в силу нелинейности ее уравнений. При небольших скоростях течения смеси горение может осуществляться в ламинарном режиме (рис.1). Так горят, например, свеча (диффузионное горение) или бытовая газовая плита (горение предварительно перемешанной смеси) при небольших расходах газа.

В предварительно перемешанной смеси фронт пламени движется относительно исходной смеси со строго определенной скоростью, называемой скоростью ламинарного пламени. Эта скорость зависит от исходного состава смеси, ее давления и температуры, но не зависит от условий зажигания. Скорость ламинарного пламени для метана и большинства других углеводородных топлив в нормальных условиях в воздухе может варьироваться примерно от 10 до 70 сантиметров в секунду. Скорость горения смесей водорода с воздухом (гремучий газ) достигает нескольких метров в секунду

и может восприниматься как взрыв. Ламинарное пламя может распространяться только в смеси, состав которой не выходит за границы диапазона так называемых концентрационных пределов.



Рисунок 1. – Ламинарное пламя газовой зажигалки



Рисунок 2. – Турбулентное пламя мощного клиновидного ракетного двигателя для многоразового одноступенчатого аэрокосмического корабля Lockheed Martin X-33

Нижний и верхний концентрационные пределы соответствуют минимальному и максимальному коэффициенту избытка топлива, при котором пламя еще может распространяться по смеси. Для метана в воздухе они составляют примерно 5 и 15 объемных процентов. Взрывы бытового газа возникают тогда, когда в плохо вентилируемом помещении превышает нижний концентрационный предел, и из-за искры или другого источника смесь воспламеняется. Этот же эффект приводит к взрывам метана в шахтах [3].

Помимо концентрационного предела существует также предел по диаметру распространения пламени в трубе. В трубе диаметром меньше критического пламя распространяться не может из-за больших теплопотерь в стенки и гибели активных радикалов на стенке. На этом принципе основана безопасная лампа Дэви, в которой применяется открытый огонь, но пламя закрыто металлической сеткой и не вызывает взрыва метана в шахтах.

Турбулентное горение (рис. 2), то есть горение смеси, течение которой является турбулентным – это наиболее часто встречающийся в практических устройствах режим горения и одновременно наиболее сложный для изучения. Турбулентность остается одной из немногих нерешенных проблем классической физики. Законченной теории турбулентных течений, в том числе и в отсутствие в них химических реакций, до сих пор не существует.

Взаимодействие турбулентного потока с фронтом горения дополнительно усложняет анализ. Даже на качественном уровне влияние горения на турбулентность и обратное влияние турбулентности на горение может

приводить к противоположным эффектам. Горение может как интенсифицировать турбулентность, за счет дополнительного тепловыделения, так и наоборот, уменьшать ее из-за увеличения вязкости с повышением температуры.

С другой стороны, турбулентность как бы сминает фронт пламени, увеличивая площадь фронта. Вследствие этого резко возрастает тепловыделение в потоке, то есть увеличивается мощность всей системы. Турбулентность также интенсифицирует процессы смешения компонентов, если исходно они не были перемешаны. По этой причине на практике в системах, от которых требуется высокая мощность – двигателях, топках, газотурбинных установках – используется именно турбулентный режим. Однако чрезмерно интенсивная турбулентность может погасить пламя. Управлять турбулентным потоком сложно. В нем постоянно возникают стохастические пульсации скорости и давления, которые могут вызывать неустойчивости горения и приводить к разрушению конструкции горелки и авариям. Пульсации температуры приводят к тому, что смесь сгорает неравномерно, в результате чего в выбросах увеличивается содержание вредных веществ.

Описание турбулентного горения требует применения компьютерного моделирования. При этом, как и для нереагирующих течений, могут применяться три подхода для численного решения уравнений Навье-Стокса, развиваемые в вычислительной гидродинамике: RANS – усредненные по числу Рейнольдса уравнения Навье-Стокса, LES – метод крупных вихрей и DNS – прямое численное моделирование.

Среди инициаторов горения наибольший удельный вес имеют электрические разряды и фрикционные искры. Наиболее благоприятной средой возникновения и накопления статических зарядов являются диэлектрические жидкости, а также газы, содержащие во взвешенном состоянии жидкие и твердые дисперсные частицы. Для обеспечения взрывобезопасности в отношении статических зарядов ограничивают скорости движения диэлектрических жидкостей по трубопроводам; предотвращают образование дисперсных частиц в газах и проводят нейтрализацию электростатических зарядов путем заземления аппаратуры и оборудования.

Фрикционные искры образуются при истирании металлических предметов или при ударах по ним. Для предотвращения новообразования вместо искр образующих материалов (железо, сталь) следует применять алюминий, медь и их сплавы.

Локализация очага горения предусматривает такое выполнение технологического процесса, при котором возможный очаг горения был бы локализован в пределах определенного аппарата или газопровода, способного выдерживать последствия горения. Локализация очага горения предусматривает наличие специальных устройств (обратных клапанов, гидрозатворов, автоматических задвижек и т.д.) предотвращающих дальнейшее распространение пламени. В этой связи широкое распространение нашли огнезащитные преградители, принцип работы которых основан на том, что струя горячей смеси разбивает-

ся на множество струек с малым диаметром, при котором из-за тепловых потерь пламя взрыва (пожара) не может распространяться. Пламегасящие каналы огневзрывопреградителей могут быть образованы пучками трубок, отверстиями в диафрагмах, плоскими щелями, металлическими сетками и т.п.

Способы защиты персонала и оборудования от поражения и разрушения при взрывах смесей:

- проектирование прочных ограждений конструкций, способных выдержать нагрузку, равную максимальному давлению при взрыве;
- создание во взрывоопасных зонах инертной среды, в которой содержание кислорода было бы меньше необходимого для поддержания горения;
- изоляция взрывоопасной зоны прочными стенами;
- расположение взрывоопасного производства в местах, где при взрыве не будет причинен вред окружающей среде;
- установка специальных предохранительных клапанов для сброса давления взрыва;
- подавление взрыва (предотвращение распространения пламени);
- строительство для персонала защитных сооружений (убежищ).

Особо следует придерживаться к рекомендациям по профилактике пожаров и взрывов в быту, к ним относятся:

Соблюдение мер пожарной безопасности и умелые действия во время пожара способствуют снижению пожарной опасности, спасению людей и имущества. Персонал объекта для предотвращения пожаров и взрывов действует в соответствии с установленными на объекте правилами пожарной безопасности нормами техники безопасности и охраны труда, технологическими инструкциями. Для предотвращения пожаров и взрывов в быту, спасения жизни и имущества при их возникновении следует соблюдать ряд запретов и несложных правил:

- избегать хранения в доме большого количества легковоспламеняющихся жидкостей и горючих веществ;
- небольшое количество ЛВЖ и ГВ хранить в плотно закрытых сосудах, вдали от нагревательных приборов, не подвергать их ударам, встряске, разливу;
- не разогревать мастики, краски и лаки, аэрозоли на открытом огне, не стирать в бензине;
- не загромождать лестничные клетки и противопожарные выходы мебелью и другими предметами;
- не устанавливать электроприборы вблизи горючих веществ;
- содержать электрооборудование помещений в исправном состоянии; не оставлять включенными электронагреватели, приборы и телеприемники без присмотра, не перегружать электросеть, при ремонте отключать приемники от сети;
- соблюдать осторожность при курении и пользовании открытым огнем, не сушить одежду и белье над горячей газовой и электрической плитой, не отогревать замерзшие трубы отопления открытым огнем, не допускать шалости детей со спичками, включения ими электроприборов и зажигания газовых плит;

- следить за исправностью средств пожарной автоматики и средств пожаротушения. Знать номера телефонов пожарных служб и медицинской службы;
- знать правила пользования огнетушителями, правила оказания первой помощи пораженным.

При пожаре наибольшую опасность для людей представляют высокая температура воздуха, задымленность, концентрация окиси углерода, возможное обрушение зданий и сооружений, взрывы технологического оборудования и приборов. Опасно входить в зону задымления, если видимость менее 10 метров. При спасении людей и при тушении пожара необходимо соблюдать следующие правила:

- перед входом в горящее помещение накрыться с головой мокрым покрывалом;
- дверь в задымленное помещение открывать осторожно, чтобы избежать вспышки пламени от притока свежего воздуха;
- в сильно задымленном помещении двигаться ползком или пригнувшись, дышать через увлажненную ткань;
- для тушения горячей одежды набросить плотную ткань и плотно ее прижать, прекратить приток воздуха к огню; сбить пламя, катаясь по земле; бежать нельзя;
- на места ожогов наложить повязку и отправить пострадавшего в медсанчасть;
- при тушении пожара использовать огнетушители, пожарные краны, воду, песок, землю, плотную ткань и др. средства;
- огнегасящее вещество следует направлять в места наиболее интенсивного горения и не на пламя, а на горящую поверхность; если горит вертикальная поверхность воду направляют в верхнюю ее часть;
- в задымленном помещении применять распыленную струю воды;
- горючие жидкости тушить пенообразующим составом, засыпать песком или землей, небольшой очаг горения накрыть брезентом, тяжелой тканью, одеждой;
- при горении электропроводки – обесточить сеть, а затем приступить к ее тушению;
- выходить из зоны горения в наветренную сторону;
- если в общественном здании прозвучит сигнал пожарной тревоги необходимо немедленно покинуть его;
- не рекомендуется пользоваться лифтами;
- при эвакуации из горящих зданий использовать наряду с основными запасные пожарные выходы или лестницы.

При их задымлении плотно закрыть двери, ведущие на лестничные клетки, коридоры, холлы и выйти на балкон. С балкона эвакуироваться по пожарной лестнице или через другую квартиру (на нижних этажах – через балконы и окна, используя подручные средства – веревки, простыни и т.п.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Зельдович С.Н. Термодинамика процессов горения. М. Химия. 1978 г.
2. Охроменко А.С., Серебренников Д.С. «Применение численных методов моделирования для анализа риска и разработки противопожарных мероприятий на объектах нефтегазовой отрасли». Журнал «Известия ВУЗов. Серия Химия и химическая технология» № 4, 2019 г. С.34–36.
3. Маркеев А.А. Методика расчета численных значений частоты пожаров. // Безопасность труда в промышленности 2018. № 9, С. 38–42.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО ОГНЕЗАЩИТНОГО СОСТАВА ДЛЯ ДРЕВЕСНЫХ КОНСТРУКЦИИ

Абдукадиров Ф.Б.

Ташкентский архитектурно-строительный университет

Древесина традиционно остается одним из наиболее применяемых материалов в строительстве. Несмотря на огромную значимость древесины, будучи органической по своей природе, она обладает высокой горючестью. Наиболее распространенным способом снижения горючести древесины является применение различных огнезащитных материалов, в частности, антипиренов. Наибольшей эффективностью обладают антипирены, способствующие изменению направления распада составляющих древесины и приводящих к снижению образования левоглюкозана, усилению протекания процессов межмолекулярной дегидратации и выхода карбонизованного остатка. Подобные антипирены обладают механизмом каталитической дегидратации. Для уменьшения расхода антипиренов и более эффективного их применения используют действие двух или нескольких соединений. Комбинация различных механизмов огнезащитного действия антипиренов позволяет во многом усилить их эффективность с проявлением синергических эффектов. Известными синергистами для огнезащиты древесины являются системы, содержащие азотсодержащие и фосфорсодержащие соединения. Так, например, рецептура огнебиозащитного состава для древесины содержит смесь ингибирующего вещества, состоящую из карбамида и фосфорной кислоты при молярном соотношении 2:1 [1].

Известно, что высокий огнезащитный эффект для целлюлозных материалов проявляется при использовании веществ и соединений, способных к образованию в процессе термодеструкции целлюлозы термически стойкого, с большим количеством поперечных сшивок остатка [2]. Наиболее известным для образования поперечных связей между макромолекулами целлюлозы является применение альдегидов, в частности, формальдегида (CH_2O).

В этом плане, нами проведены исследования по синтезу и разработке технологии получения фосфорсодержащих полимеров на основе метакрилоилхлорида (МАХ) с фосфорсодержащими соединениями,

полученными на основе отходов ОАО «Максам-Аммофос», т.к. из литературы известно, что МАХ легко вступает в реакцию электрофильного замещения с такими электроположительными центрами, как азот и фосфор. Последнее и предопределило необходимость исследовать поведение МАХ в реакциях электрофильного замещения с вышеуказанными соединениями, с целью получения высокомолекулярных соединений и полиолов, и возможности применения их в качестве огнезащитных составов.

Установлено, что при смешении МАХ с фосфористой кислотой (ФК), 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 МАХ с фосфористой кислотой изучали при эквимольных соотношениях исходных компонентов в интервале температур 333–373К в течение 5 часов. 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 МАХ и ФК.

Определение огнезащитной эффективности разработанных огнезащитных составов проводили согласно ГОСТ 16363 (НПБ 251). За результат испытания принимали среднеарифметическое значение не менее десяти определений, округленное до целого числа процентов. По результатам устанавливали группу огнезащитной эффективности испытанного состава при данном способе его применения. Проведенные огневые испытания показали, что потеря массы образцов составляет не более 9 %. Согласно полученным данным, температура дымовых газов не превышает 50 °С, продолжительность самостоятельного горения образцов составляет всего 5–6 сек., степень повреждения по длине составляет порядка 2–3 см., а степень повреждения по массе составляет порядка 10–12%. В зависимости от полученных экспериментальных значений параметров горючести, огнезащищенные образцы древесины можно отнести к группе горючести – Г1. Полученные результаты определенно указывают на то, что разработанный нами огнезащитный состав можно отнести к I группе огнезащитной эффективности. В ходе экспериментов были также изучены возможности огнезащитной обработки целлюлозно-бумажных и лакокрасочных материалов, которые могут быть применены в качестве обвязок, покрытий деревянных строительных конструкции. Важным моментом, модификации целлюлозно-бумажных материалов разработанным огнезащитным составом, является то, что модифицированные целлюлозные тканевые материалы выдерживают пятикратную стирку, т.е. и даже после пятикратной стирки огнезащитные свойства снижаются незначительно, по сравнению с образцами, модифицированными с низкомолекулярным антипиреном (трикрезилфосфат). При использовании огнестойких лакокрасочных материалов, модифицированных огнезащитными составами для повышения огнестойкости деревянных конструкции, во первых исключается необходимость предварительной обработки поверхности древесины олифой, а во вторых повышается адгезия лакокрасочного материала к древесине, что

является по всей вероятности следствием взаимопроникающей полимерной модификации, полимерных систем.

Таким образом, подавляющее количество существующих механизмов огнезащитного действия направлено на замедление физико-химических процессов термодеструкции целлюлозных материалов и смещение данного процесса в низкотемпературную область, что создает благоприятные условия для протекания процесса дегидратации и выхода карбонизованного остатка. В рецептуры промышленных замедлителей горения могут входить соединения, нежелательные с точки зрения безопасности для жизни и здоровья человека, а также для экологии окружающей среды, например, галогенсодержащие вещества. В связи с этим применение разработанные нами экологически безопасных замедлителей горения на основе вторичных ресурсов и отходов позволяет, решить многие экологические, технологические и социальные проблемы республики в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миркамилов Т.М., Мухамедгалиев Б.А. Полимерные антипирены. Т.ТашГТУ, 1996 г. с. 278.
2. Кодолов В.И. Снижение пожарной опасности материалов на основе целлюлозы. М., Академия ГПС МЧС России, 2002. – 197 с.

НОВЫЙ ПОЛИМЕРНЫЙ АНТИПИРЕН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕЗАЩИЩЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Абдукадиров Ф.Б.

Ташкентский архитектурно-строительный университет

Повышение огнестойкости, снижение воспламеняемости и горючести древесины и полимеров, создание жаропрочных и пожаробезопасных строительных материалов является актуальной проблемой, требующей неотложного решения.

В этом аспекте нами были изучены процессы горения огнезащищенных образцов древесностружечных плит (ДСП), полученных из измельченных стеблей однолетних растений, в качестве которых были использованы стебли хлопчатника (гуза-паи), саксаула, рисовой лозы. Эти исследования были проведены в лаборатории термодинамики процессов горения и взрыва Университета КЕИО (Япония).

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

Для этой цели мы исследовали модификацию полимерного связующего строительного материала карбамидно-формальдегидной смолы фосфорсодержащими полимерами, полученными на основе взаимодействия дихлоргидринглицирина (ДХГГ) и хлорэтилметакрилата (ХЭМА) 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 (1–5 %) полимерного антипирена в карбамидно-формальдегидную смолу, в отличие от низкомолекулярного аналога, приводит к значительному повышению ее прикладных, физико-химических, а также огнезащитных характеристик связующего. В таблице 1, приведены некоторые физико-химические свойства модифицированных смол.

Как видно, из табл. 1 введением полимерного модификатора в состав карбамидно-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 [2]. 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 [3-4]. 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 древесно-стружечных плит.

Таблица 1

Влияние природы и содержания модификаторов на свойства карбамидно-формальдегидной смолы КФ-МТ

Содержание модификатора %	Время отверждения сек	Скорость возгорания, сек	Термический коэффициент линейной усадки за 8 ч. при 303 К	Химстойкость %
Без модификатора				
	720	58	3,0	2,8
Полимерный антипирен				
1	710/706	76/79	1,8/2,0	1,6/2,0
3	590/586	96/94	1,4/1,8	1,0/1,6
5	390/384	104/108	0,6/0,9	0,2/0,4
7	312/308	126/135	0,2/0,3	0,06/0,07
Низкомолекулярный антипирен				
1	712	12	2,2	2,0
3	670	86	1,6	1,4
5	490	99	1,2	0,8
7	365	104	0,7	0,4

Примечание: В знаменателе- данные для полимера ФК-ДХГТ, числителе- для полимера на основе ФК-ХЭМА

В дальнейших исследованиях качестве наполнителя мы использовали рисовую лузгу, т.к. в Республике Каракалпакстан имеются огромные запасы этого ежегодно возобновляемого сырья. Стружечная масса состояла из тонкой древесной части стебля (50 %), волокнистой части коры (30 %) и мелкой фракции (20 %). 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 [5].

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, полученный на основе фосфористой кислоты и ХЭМА 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.

Для установления механизма огнезащитного действия исследовали превращения, протекающие в твердой фазе образцов на стадии, соответствующей горению. Полимерный модификатор начинает разлагаться с потерей массы при температуре 473К.

Из полученных экспериментальных 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 40–50 °С 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 [6]. Нами выявлено, что в ходе горения образцов в зависимости от условий режима окисления фронт горения сравнительно сильно искривлен, что, по всей вероятности, связано с синергическим эффектом фосфор-галоидных группировок в полимерном антипирене.

Таблица 2

Некоторые характеристики термораспада модифицированных образцов ДСП из рисовой лузги

Показатели Первая стадия	Модифицированные образцы ДСП	
	Полимерным антипиреном	Низкомолекулярным антипиреном
Температурный интервал интенсивного разложения, К	500–570	446–653
Выход летучих продуктов, % рад.	26,2	58,6
Максимальная скорость разложения, % град.	1,22	1,20

Кажущаяся энергия активации, КДж/моль	102	146
Вторая стадия Температурный интервал процесса, К	570–658	653–788
Максимальная скорость процесса, % град.	0,22	0,37

В результате горения огнезащищенных образцов ДСП 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 полимерного фосфорсодержащего антипирена в композиции увеличивается слой карбонизованного остатка, подавляющего дальнейшее горение композиции.

Исследование топографии наружных и внутренних слоев, образованных пенококсом осуществляли на атомно-силовом микроскопе в институте химической физики РАН. Отмечены различия в топографии исследуемых образцов. При этом установлено, что среднеквадратичная шероховатость наружной поверхности для образца ДСП+полимерный антипирен составляет 9,769 нм, а аналогичный параметр для образца ДСП+низкомолекулярный антипирен составляет 0,015 нм. Установлено, что из-за пористости карбонизованного слоя вследствие капиллярных сил он служит теплопроводом для подъема жидких продуктов деструкции и расплавов полимеров на его поверхность. Выгорание огнезащищенных образцов ДСП+полимерный антипирен, в отличие от стандартного, сопровождалось сажевыделением, которое по визуальному наблюдению увеличивалось с ростом содержания полимерного антипирена. Пламя, образующееся вокруг этих огнезащищенных образцов, 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 ДСП+полимерный антипирен образование кислот протекает легче, чем у огнезащищенной ДСП+низкомолекулярный антипирен, т.е., чем длиннее алифатическая цепь, тем вероятнее разрушение связи О-С в группе Р-О-С.

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. Абдукадиров Ф.Б., Мухамедгалиев Б.А., Исмаилов Р.И. Разработка полимерных антипиренов. – Т.: ТАСИ, 2021 г. – с. 190.
5. Мухамедгалиев Б.А. Диссерт. д.х.н., Ташкент, ТХТИ, 2006 г. – с. 280.
6. Абдукадиров Ф.Б., Касимов И.У. Современный подход к проблеме снижения горючести деревянных строительных конструкции. Ташкент, ТАСИ, 2021 г. – с. 180.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ЛЕСНОГО ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА ОТ БРОШЕННОЙ ГОРЯЩЕЙ СПИЧКИ

Гоман П.Н., Алферчик Б.Н.

Университет гражданской защиты

Лесные пожары негативно влияют на состояние окружающей среды, представляют опасность для жизни и здоровья людей, наносят непоправимый урон природе, уничтожая значительные площади лесных массивов, ставя под угрозу существование ряда видов растений и животных. Возникновению пожаров в лесу способствуют как естественные природные явления, такие как молния, ветер, засуха, низкая влажность воздуха, аномально жаркая погода, так и деятельность человека [1–3].

В данной работе исследована возможность воспламенения лесного горючего материала от брошенной горящей спички.

Для проведения экспериментов в сосновых насаждениях были отобраны образцы лесного горючего материала в виде мха, травы, опада листьев, еловой и сосновой хвои, мелких веток, березовой и сосновой коры, которые по влажности посредством сушильно-весового метода были разделены на три группы: 10, 20 и 30 %.

Исследование проводилось на базе испытательной лаборатории Университета гражданской защиты в огневой камере при температуре около 30 °С, где образцы растительности равномерно размещались на сухом деревянном щите, образуя участок почвенного покрова размером 50×50 см. Толщина образцов составляла 4–5 см для мха, травы, коры и мелких веток, 2–3 см для опада сосновой, еловой хвои и листьев.

В рамках разработанной методики эксперимента горящая спичка располагалась на поверхности образца, после чего начинался контроль времени

огневого воздействия. При воспламенении образца с образованием устойчивого пламенного горения фиксируется время зажигания, пламя гасится и испытание повторяется на новом образце до фиксации воспламенения не менее трех однотипных по виду и влажности образцов. При отсутствии зажигания на образец бросается новая спичка. В случае, когда десять горящих спичек не приводят к образованию устойчивого пламенного горения образца, дальнейшее исследование проводится на новом образце. При отсутствии воспламенения трех одинаковых образцов считается, что они не способны к зажиганию от горячей спички. В опытах использовались спички производителя ОАО «Борисовдрев» длиной $42,5 \pm 1,5$ мм и толщиной 1,6–2,2 мм.

Фрагменты проведения экспериментов представлены на рис. 1.



Рисунок 1. – Процесс воспламенения образца мха (*а*) и сосновой хвои (*б*) от брошенной горячей спички

При проведении экспериментов установлено, что брошенная горящая спичка способна привести к воспламенению большинства исследуемых

образцов лесного горючего материала. Наибольшую способность к зажиганию при этом проявляет трава, время воспламенения которой при влажности образцов 10 % составляет около 2 с. Для образцов мха, опада сосновой хвои и листьев процесс зажигания весьма схож, время воспламенения составляет около 5 и 13 с при влажности лесного горючего материала 10 и 30 % соответственно. Несколько хуже воспламеняются мелкие ветки и березовая кора; для образцов влажностью 10 и 20 % время зажигания составляет около 7–15 с, при увеличении влажности до 30 % воспламенение не происходит.

Следует отметить, что образцы еловой хвои и сосновой коры независимо от их влажности не воспламенялись от горящей спички. Для еловой хвои данное обстоятельство связано с тем, что мелкие хвоинки образуют весьма плотный слой, который горящая спичка не способна прогреть до стадии выделения газообразных продуктов пиролиза с их последующим воспламенением (рис. 2). Для сосновой коры отсутствие зажигания связано с плотной и толстой структурой материала для разложения которого требуется более продолжительное и интенсивное тепловое воздействие.



Рисунок 2. – Процесс воздействия горящей спички на образец еловой хвои без возникновения устойчивого пламенного горения

Таким образом, в результате проведенного исследования можно заключить, что брошенная в лесу горящая спичка способна привести к воспламенению напочвенного покрова и стать причиной пожара. Однако, в силу различной термической стойкости растительности и точечного воздействия источника зажигания важным является место падения спички. В случае, когда горящая спичка падает на опад сосновой коры или еловой хвои вероятность возникновения горения чрезвычайно низкая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усеня, В.В. Лесная пирология : учеб. пособие / В.В. Усеня, Е.Н. Каткова, С.В. Ульдинович ; Мин-во образ-я Респ. Беларусь, Гомельский гос. ун-т

им. Ф. Скорины ; Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – 264 с.

2. Гусев, В.Г. Физико-математические модели распространения пожаров и противопожарные барьеры в сосновых лесах / В.Г. Гусев. – СПб. : СПбНИИЛХ, 2005. – 200 с.

3. Кузнецов, Г.В. Прогноз возникновения лесных пожаров и их экологических последствий / Г.В. Кузнецов, Н.В. Барановский. – Новосибирск : СО РАН, 2009 – 301 с.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСА ОТ БРОШЕННОЙ ТЛЕЮЩЕЙ СИГАРЕТЫ

Гоман П.Н., Алферчик Б.Н.

Университет гражданской защиты

Одним из важных направлений деятельности государственной лесной охраны является установление причин возникновения лесных пожаров. По результатам анализа многолетней информации об источниках зажигания растительности могут быть усовершенствованы способы пожарно-профилактической работы и мероприятия по охране и защите лесов.

Причины возникновения лесных пожаров носят природный и антропогенный характер. В качестве основных природных источников зажигания выступают грозовые разряды, сфокусированное солнечное излучение, случаи падения метеоритов и самовоспламенения торфа. Антропогенный фактор проявляется в непотушенных кострах, брошенных на напочвенный покров горящих спичках или тлеющих сигарет, искрах от проезжающего автотранспорта и др. [1, 2].

В данной работе представлены результаты исследования возможности воспламенения лесного горючего материала от брошенной тлеющей сигареты.

Для проведения исследования в наиболее пожароопасных сосновых насаждениях Беларуси были отобраны образцы лесного горючего материала в виде мха, травы, опада листвы, еловой и сосновой хвои, мелких веток, березовой и сосновой коры. Перед экспериментами образцы по влажности разбивались на три группы (10, 20 и 30 %), что отвечает условиям продолжительной засухи с высокой вероятностью возникновения лесных пожаров.

Исследование проводилось на базе испытательной лаборатории Университета гражданской защиты в огневой камере при температуре около 30 °С, где образцы лесного горючего материала равномерно размещались на сухом деревянном щите, образуя участок напочвенного покрова размером 50×50 см. Низкая теплопроводность деревянных досок препятствовала отводу тепла, что позволяло создать наилучшие условия при пожаре. Толщина

образцов составляла 4–5 см для мха, травы, коры и мелких веток, 2–3 см для опада сосновой, еловой хвои и листьев.

В рамках разработанной методики эксперимента на поверхности образца в разных точках размещалось пять тлеющих сигарет с фиксацией времени теплового воздействия каждой из них. При воспламенении образца от одной из сигарет с образованием устойчивого пламенного горения фиксируется время зажигания, пламя гасится и испытание продолжается до затухания остальных сигарет, после чего повторяется на новом образце. Вывод о способности лесного горючего материала к воспламенению делается при фиксации зажигания не менее трех однотипных по виду и влажности образцов. При отсутствии воспламенения испытание повторяется на новом образце. В случае, когда зажигание не происходит для трех одинаковых образцов считается, что они не способны к воспламенению от тлеющей сигареты.

Эксперимент проводился как в условиях отсутствия ветра, так и при воздействии воздушного потока скоростью около 3 м/с, созданного путем применения вентилятора. Поток воздуха позволял усилить процесс тления сигарет. В опытах использовались сигареты производителя ОАО «Гродненская табачная фабрика «Неман» длиной 84 мм и диаметром 7,62 мм. На долю данной фабрики приходится около 70 % производства всех сигарет в Республике Беларусь [3].

Фрагменты проведения экспериментов представлены на рис. 1.



Рисунок 1. – Процесс воздействия тлеющих сигарет на образец травы (а) и сосновой хвои (б)

В результате проведенных экспериментов установлено, что брошенная на напочвенный покров тлеющая сигарета не обладает достаточной энергией для начала процесса пиролиза и воспламенения лесного горючего материала влажностью 10–30 % при потоках воздуха до 3 м/с. Температурное воздействие формируется в точечном пятне напочвенного покрова, которое смещается по мере тления сигареты, вследствие чего не достигается прогрев, требуемый для термического разложения растительности. Случаев зажигания лесного горючего материала в ходе экспериментов не зафиксировано.

Таким образом, результаты исследования позволяют сделать вывод, что возможность воспламенения лесного горючего материала брошенной тлеющей сигаретой чрезвычайно низкая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усеня, В.В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними / В.В. Усеня. – Гомель : Ин-т леса НАН Беларуси, 2002. – 206 с.
2. Кузнецов, Г. В. Прогноз возникновения лесных пожаров и их экологических последствий / Г. В. Кузнецов, Н. В. Барановский. – Новосибирск : СО РАН, 2009 – 301 с.
3. Белорусский государственный концерн пищевой промышленности «Белгоспищепром» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bgrp.by/ru>. – Дата доступа: 06.12.2023.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ И ЖАРОСТОЙКОСТИ БЕТОНОВ

Жуманова С.Г., Мухамедов Н.А., Ахмедов С.И.

Ташкентский архитектурно-строительный университет

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 °С 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 °С 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 °С до 350 °С в бетоне образуются, в основном, трещины от температурной усадки бетона.

- до 450 °С в бетоне образуются трещины преимущественно от разности температурных деформаций цементного камня и заполнителей.

- свыше 450 °С 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 °С наблюдается нарушение структуры бетона из-за модифицированного превращения α -кварца в β -кварц в граните с увеличением объема заполнителя.

- при температуре свыше 750 °С 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 заполнителей 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 кремниземистые заполнители, 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 °С. 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, 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.

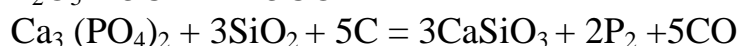
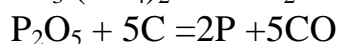
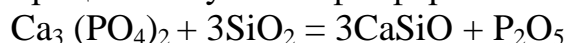
НОВЫЙ И ЭФФЕКТИВНЫЙ АНТИПИРЕН НА ОСНОВЕ СПОНТАННОЙ СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ ГАЛОИДАЛКИЛА С ФОСФОРИСТОЙ КИСЛОТОЙ

Кадирова Х.Б., Абдукадиров Ф.Б., Абдувалиев А.А., Рашидов Э.

Ташкентский архитектурно-строительный университет

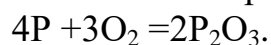
Несмотря на бурное развитие производства синтетических полимеров, пластических масс и композиционных материалов на их основе ощущается недостаток в функциональных материалах, обладающих комплексом ценных свойств. Наиболее перспективными высокомолекулярными соединениями такого типа являются полимеры, содержащие в своем составе фосфор- и азотсодержащие функциональные группы [1–2].

В этом плане, нами проведены исследования по синтезу и разработке технологии получения фосфорсодержащих полимеров на основе метакрилоилхлорида (МАХ) с фосфорсодержащими соединениями, полученными на основе фосфоритов Центральных Кизилкумов, т.к. из литературы известно, что метакрилоилхлорид легко вступает в реакцию электрофильного замещения с такими электроположительными центрами, как азот и фосфор. Последнее и предопределило возможность исследовать поведение метакрилоилхлорида в реакциях электрофильного замещения с вышеуказанными соединениями, с целью получения высокомолекулярных соединений и полиолов, и возможности применения их в качестве модификаторов к полимерным материалам [3]. Первоначально фосфор получали из фосфата кальция, извлекаемого из фосфоритов, восстановителем при этом является кокс С, шлакообразователем – кварц или кварцевый песок SiO₂. Процесс получения фосфора можно представить следующей схемой:



Образующийся СО и парообразный фосфор удаляли из реакционной системы, они поступали в холодильник с водой, где фосфор оседает в виде белого фосфора.

Оксид фосфора (Ш) получали при медленном окислении фосфора с недостатком кислорода по схеме:

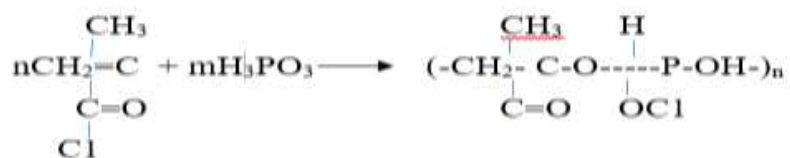


Полученный оксид фосфора (Ш), представляет собой белое кристаллическое вещество, растворяя его в воде получали фосфористую кислоту (ФК), по схеме:



Самопроизвольную сополимеризацию метакрилоилхлорида с фосфористой кислотой осуществляли в массе и растворе. В ампулу помещали определенное количество исходных компонентов и реакционную смесь в замороженном виде обезгаживали в глубоком вакууме и запаивали. Затем ампулу погружали в термостат ($T = 303-333 \pm 0,02$ К) и вскрывали через определенный промежуток времени.

Полученный продукт обрабатывали этанолом и осаждали в серном эфире, после чего сушили в вакууме до постоянной массы [4]. Обнаружено, что при смешении метакрилоилхлорида 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. происходит необратимая самопроизвольная сополимеризация:



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 сополимера, полученного на основе взаимодействия фосфористой кислоты с МАХ, 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 МАХ, 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 (-C-O-P-) ($1250, 930 \text{ см}^{-1}$). Для качественной оценки и характеристики был использован также метод ПМР-спектроскопии высокого разрешения в растворе дейтерированного метанола. Наличие кватернизованных молекул в структуре полимера было доказано также снятием УФ-спектров. Так, в области 350 нм имеются полосы поглощения, свидетельствующие об образовании полимерной цепи. Установлено, что эффективные ингибиторы радикальной полимеризации, такие как гидрохинон, кислород воздуха, стабильные иминоксильные радикалы, не оказывают на скорость сополимеризации никакого влияния, что указывает на нерадикальный характер процесса.

Условия процесса взаимодействия фосфористой кислоты и МАХ и некоторые физико-химические свойства синтезированных полимеров приведены в таблице 1. Исследование влияния температуры на скорость взаимодействия фосфористой кислоты с метакрилоилхлоридом показало, что повышение ее на 10C увеличивает скорость процесса в 3 раза и ее зависимость от обратного значения температуры полностью подчиняется уравнению Аррениуса (табл.2).

Таблица 1

Зависимость выхода полимера от условий проведения процесса ($T = 323 \text{ K}$)

п/п	Среда	Мольное соотношение МАХ:ФК	Продолжительность процесса, ч	Содерж. галоида %..	Выход,%	η пр. 0,5% раствора, дл/г
1.	Этанол	1:1	10	10,5	62,0	0,6
2.	Ацетон	1:1	10	9,8	12,6	0,1
3.	ТГФ	1:1	10	10,1	7,5	0,1
4.	В массе	5:1	6	10,2	59,5	0,2

Таблица 2

Влияние температуры на начальную скорость процесса взаимодействия метакрилоилхлорида фосфористой кислотой (ФК:МАХ = 0,5 моль/л)

п/п	T, K	η пр.0,5% дл/г	$V \cdot 10^6$, моль/лс	E кДж/моль
1.	303	0,24	2,7	53,1
2.	313	0,22	4,1	
3.	323	0,20	6,7	
4.	333	0,19	15,2	

Для экспериментальной проверки кинетической схемы были исследованы закономерности процесса взаимодействия МАХ с фосфористой кислотой. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Зависимость начальной скорости реакции спонтанной сополимеризации МАХ с фосфористой кислотой от концентрации компонентов.

(Т = 323 К, этанол)

п/п	[МАХ] моль/л	[ФК] моль/л	$V \cdot 10^6$ моль/л	$-6 + \lg V$	η пр., дл/г	Порядок реакции,
1.	0,50	0,05	0,62	0,79	0,105	$n_1=1,1$
2.	0,50	0,75	1,17	1,06	0,122	
3.	0,50	0,10	2,06	1,31	0,183	
4.	0,50	0,125	3,17	1,47	0,210	
1.	0,25	0,50	4,66	0,66	0,247	$n_2=0,9$
2.	0,50	0,50	9,83	0,96	0,180	
3.	0,75	0,50	12,10	1,04	0,166	
4.	1,00	0,50	17,3	1,23	0,132	
1.	0,25	0,25	3,07	0,427	0,342	$n_3= 2,0$
2.	0,50	0,50	9,83	0,962	0,18	
3.	0,75	0,75	17,71	1,27	0,118	
4.	1,00	1,00	39,28	1,59	0,117	

Примечание. n_1 -порядок реакции по мономеру, n_2 – порядок реакции по отходу и n_3 - общий порядок реакции.

Итак, на основании кинетических данных (табл.3) процесса взаимодействия МАХ с фосфористой кислотой были определены порядки реакции по компонентам, которые оказались равными 1,1 и 0,9 соответственно, а также общий порядок реакции равный 2,0. Уравнение суммарной скорости сополимеризации МАХ с фосфористой кислотой описывается уравнением:

$$V_{\text{общ}} = K_{\text{общ}} [\text{МАХ}]^{1,1} [\text{ФК}]^{0,9}$$

Таким образом, на основании кинетических, спектральных и химических методов анализа исследована реакция спонтанной сополимеризации метакрилоилхлорид с фосфористой кислотой, полученной на основе фосфоритов Центральных Кизилкумов, установлена самопроизвольность процесса сополимеризации, позволяющая получить сополимеры с регулярной структурой.

Проведенные огневые испытания нового полимерного антипирена, показали перспективность практического применения для огнезащиты деревянных, полимерных и лакокрасочных материалов. Широкомасштабное применение данной разработки может решить многие экономические, технологические и экологические проблемы республики в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кабанов В.А., Топчиев Д.А. Ионогенные полимеры. – М.: Химия. 1972 г. – с.344.
2. Аскарлов М.А., Джалилов А.Т. Синтез ионогенных полимеров. – Т.: Фан, 1975 г. – с.280.
3. Абдукадиров Ф.Б., Касимов И.У., Камалов Ж.К., Мухамедгалиев Б.А. Снижение горючести деревянных строительных конструкции. Lambert academic publishing (Germani), 2021. (монография).
4. Жуманова С.Г., Махманов Д.М., Хакимов А.М., Мухамедгалиев Б.А. Разработка

новых фосфорсодержащих полимеров на основе третичного фосфина и фосфита. Журнал Химическая промышленность, № 3, 2022 г. С.131–134.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК В СОСТАВЕ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИ ТУШЕНИИ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Кондакова Я.А.

Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем
чрезвычайных ситуаций

Навроцкий О.Д.

Университет гражданской защиты

Согласно статистическим данным, в Республике Беларусь ежегодно происходит большое количество техногенных чрезвычайных ситуаций, из которых большую часть составляют пожары. В настоящее время для ликвидации горения многих видов пожаров широко используются пенообразователи, которые являются одним из наиболее эффективных и удобных огнетушащих веществ.

В Республике Беларусь имеется более 50 крупных предприятий химической промышленности, использующих в технологическом цикле водорастворимые жидкие углеводороды (спирты, кетоны и др.), являющиеся, пожароопасными горючими жидкостями.

Для тушения растворимых в воде жидкостей, например, этилового спирта, используют пенообразователи целевого назначения, эффективность которых достигается за счет введения в состав пенообразователя полимерных добавок, которые увеличивают устойчивость пены путем образования толстой полимерной пленкой между пеной и спиртом [1].

Определение огнетушащей эффективности пенообразователей является важным этапом в процессе разработки новых и совершенствования существующих средств пожаротушения. С этой целью были проведены исследования эффективности тушения водорастворимых горючих жидкостей пенообразователями с модифицирующими добавками.

Время тушения и время повторного воспламенения модельного очага водорастворимой горючей жидкости пеной низкой кратности при ее подаче на поверхность горючей жидкости определялось в соответствии с методикой, изложенной в приложении Е СТБ 2459 [2].

Пенообразователь по патенту [3] является пенообразователем общего назначения и для тушения водорастворимых горючих жидкостей не применяется. При добавлении в состав по патенту [3] модифицирующих добавок (полимеры, полисахариды и др.) ожидается образование устойчивой

пленки на границе раздела фаз «горючее – пена», в результате чего пена становится устойчивой к действию спирта длительное время.

Вместе с тем для сравнительного анализа и более объективной оценки эффективности тушения водорастворимых горючих жидкостей пенообразователями с модифицирующими добавками были проведены испытания уже существующих на рынке спиртостойких пенообразователей.

Для проведения исследований использовались образцы пенообразователей, описание которых приведено в таблице 1.

Таблица 1. – Описание исследуемых образцов пенообразователей

Опытный образец	Наименование образца	Примечание
Образец № 1	Промышленный пенообразователь типа AFFF/AR	Применяется для тушения водорастворимых горючих жидкостей (спирты, кетоны и др.)
Образец № 2	Состав по патенту [3]	Применяется для тушения водонерастворимых горючих жидкостей (бензин, дизтопливо и др.)
Образец № 3	Состав по патенту [3] с добавлением 0,916% ксантановой камеди (косметической)*	
Образец № 4	Состав по патенту [3] с добавлением 0,681% ксантановой камеди (пищевого сорта)*	
* – растворимые в пенообразователе полимерные вещества в соответствии с положениями работы [4]		

В серии испытаний в качестве горючего использовался изопропиловый спирт. Изопропиловый спирт – растворимая в воде горючая жидкость, для тушения которой требуется специальный спиртостойкий пенообразователь.

Результаты определения времени тушения и времени повторного воспламенения модельного очага пожара опытными образцами пенообразователей при тушении изопропилового спирта приведены в таблице 2. Контроль площади горения модельного очага пожара после повторного воспламенения осуществлялся визуально и с помощью видеофиксации.

Таблица 2. – Результаты определения огнетушащей способности исследуемых образцов

Опытный образец	Расход раствора пенообразователя, $\text{дм}^3/\text{мин}$	Время тушения, с	Время повторного воспламенения, с	Время распространения пламени на площади горючего после повторного воспламенения	
				На 50 % площади	На 100 % площади
Образец № 1	1,74	34	738	760	774
Образец № 1	2,52	28	168	247	271
Образец № 2	1,74	– Разрушение пены при контакте с горючим			
Образец № 3	1,74	80	187	209	240
Образец № 4	1,74	108	124	166	188

На основании результатов испытаний, приведенных в таблице 2, видно, что при тушении изопропилового спирта (водорастворимой горючей жидкости) образец № 1 обладает хорошей огнетушащей эффективностью, при этом пена, полученная из образца № 2, полностью разрушается при контакте с горючей жидкостью (изопропиловым спиртом).

Для повышения устойчивости образца № 2 к действию спирта использовались добавки водорастворимого полимера: ксантановая камедь косметическая и ксантановая камедь пищевого сорта. Указанные полимеры хорошо растворимы в воде и нерастворимы в спирте.

При тушении изопропилового спирта пена, полученная из образцов № 3 и № 4, незначительно разрушается при контакте с горючей жидкостью. Согласно полученным результатам (таблица 2) можно сделать вывод, что указанные образцы обладают хорошей огнетушащей эффективностью при тушении изопропилового спирта. При введении в пенообразователь ксантановой камеди из пены при контакте ее со спиртом на границе раздела «горючее – пена» образуется нерастворимая в спирте полимерная пленка. Образующаяся пленка предохраняет пену от разрушения.

Таким образом, использование в составе пенообразователя по патенту [3] полимерных добавок (образец № 3 и образец № 4) приводит к устойчивости пены, полученной из пенообразователя, к действию спиртов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Терещнев, В.В. Пожарная тактика. Основы тушения пожаров: учеб. Пособие / В.В. Терещнев, А.В. Подгрушный – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с.
2. Вещества огнетушащие. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования. Методы испытаний: СТБ 2459-2016. – Взамен СТБ ГОСТ Р 50588-99; введ. 12.08.2016. – Минск, Госстандарт, 2016. – 42 с.
3. Пенообразователь для тушения пожаров пат. 17905 Респ. Беларусь / О.Д. Навроцкий, В.К. Емельянов. – Оpubл. 28.02.2014.

4. Кондакова, Я.А. Пенообразователь для тушения водорастворимых горючих жидкостей / Я.А. Кондакова, О.Д. Навроцкий, И.Ю. Иванов // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси – 2022. –Т. 6, № 2. – с. 211–218.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ОГНЕСТОЙКОСТИ ВОЗДУХОВОДОВ С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Кудряшов В.А., Панасик А.С.

Университет гражданской защиты

Современное строительство невозможно представить без систем вентиляции, задачей которой является регулирование воздухообмена в помещениях для удаления избытка теплоты, влаги и вредных веществ с целью обеспечения благоприятного микроклимата и чистоты воздуха [1]. Системы вентиляции, как правило, включают сети воздуховодов, воздухораспределителей, вентиляционных установок и других устройств [2]. Правильно спроектированные и рассчитанные вентиляционные системы исключают риск возникновения и распространения пожара, способствуют локализации возгорания в исходном помещении.

Вентиляционные системы по назначению воздуха подразделяются на приточные, вытяжные или приточно-вытяжные, которые по способу организации воздухообмена могут быть местными, общеобменными, аварийными и противодымными [3]. Воздуховоды применяются не только для систем вентиляции, их проектируют в системах воздушного отопления и кондиционирования воздуха, аспирации и пневмотранспорта [4]. Аварийная вентиляция обеспечивает устранение взрывоопасных газов и паров, токсичных веществ, которые могут поступать в существенных объемах в случае аварийной ситуации [5]. Системы противодымной вентиляции предназначены для противодымной защиты зданий и сооружений при пожаре и удаления газов и продуктов горения после пожара на объектах строительства [6]. В настоящей работе рассматривались исключительно системы общеобменной приточно-вытяжной вентиляции.

Пожарная опасность вентиляционных систем заключается в возможности распространения пожара по воздуховодам в смежные помещения и этажи [4]. Одним из основных элементов для предотвращения проникновения продуктов горения по вентиляционным каналам или проемам в ограждающих строительных конструкциях является автоматически и/или дистанционно управляемые противопожарные клапаны [1]. Их устанавливают в воздуховодах систем общеобменной вентиляции в местах пересечения ограждающих конструкций с любой стороны от них. В случаях невозможности размещения внутри конструкции, клапаны допускается устанавливать смежно на некотором расстоянии от преград, при этом предел огнестойкости участков воздуховода

между ограждающей конструкцией и клапаном должен быть не менее нормативно установленного предела огнестойкости этой конструкции. Огнестойкие воздуховоды предусматриваются также на транзитных участках систем вентиляции. При этом противопожарные клапаны не устанавливаются в транзитных воздуховодах с нормируемыми пределами огнестойкости в зданиях I–III степеней огнестойкости в пределах одного пожарного отсека в случаях, если для обслуживаемого помещения устраиваются отдельные системы вентиляции [5].

Огнестойкость воздуховодов как правило обеспечивается путем нанесения на них огнезащиты, так как незащищенные воздуховоды при пожаре быстро теряют свою герметичность.

Металлические воздуховоды с использованием огнезащиты, как и другие строительные конструкции, подлежат испытаниям по определению предела их огнестойкости. В соответствии с СТБ 11.03.01-2009 [7], суть метода испытания заключается в определении времени от начала теплового воздействия, при наружном обогреве участка воздуховода в печи с одновременным созданием внутри его избыточного давления, либо разряжения, до наступления одного из предельных состояний. Критериями для воздуховодов приточно-вытяжных систем общеобменной вентиляции, по которым определяются такие состояния, являются:

- потеря теплоизолирующей способности конструкций воздуховодов, характеризующаяся повышением температуры на его наружных поверхностях в среднем более чем на 160 °С или локально более чем на 190 °С (вне зоны нагрева – на расстояниях 0,05 и 1 м от ограждающих конструкций печи, не менее чем в четырех точках каждого сечения на указанных расстояниях и в местах прохода воздуховода через них, не менее чем в четырех точках). А также вне зависимости от первоначальной температуры в указанных поверхностях в любых точках значение локальной температуры не должно превышать 220 °С;

- потеря целостности, характеризующаяся образованием в узлах уплотнения зазоров в местах прохода воздуховодов через ограждения печи или конструкциях воздуховодов с необогреваемой стороны визуально обнаруживаемых сквозных трещин или отверстий, а также превышением допустимых величин подсосов или утечек газа через неплотности конструкций воздуховодов.

Несмотря на то, что необходимость и длина участка огнезащиты может отличаться для различных воздуховодов, к испытанию огнезащиты подготавливают стандартный тупиковый (горизонтальный либо вертикальный) участок воздуховода без противопожарного клапана, включающий не менее 2 соединений (сочленений) по типовому способу элементов конструкции воздуховода по длине участка, подлежащего тепловому воздействию и, по крайней мере, одно соединение по необогреваемой длине участка. По результатам испытаний воздуховодам присваивается предел огнестойкости [7].

В соответствии с СТБ 11.03.01-2009 (в редакции от 01.12.2016) [8] результаты испытаний воздуховодов допускается распространять на металлические воздуховоды аналогичной конструкции круглого и прямоугольного сечения при величине их гидравлического диаметра, не превышающего величину гидравлического диаметра испытанного воздуховода более чем на 50%, и внутренними размерами их поперечного сечения, не превышающим 1000 мм. Результаты испытаний допускается распространять на металлические воздуховоды с огнезащитным покрытием, изготовленных из других типов и марок стали, но абсолютно идентичным огнезащитным покрытием, соблюдая технологию нанесения при условии адгезии покрытия к основанию.

Однако в соответствии со стандартом СТБ 1915-2020 [8] и практикой проектирования, воздуховоды могут применяться размерами до 2000 мм (а в отдельных случаях и более). Поэтому на практике для распространения результатов испытаний огнестойкости воздуховодов на воздуховоды с размерами (диаметр или длина большей стороны), превышающими 1000 мм, вынужденно испытывают каждый типоразмер воздуховода, что приводит к существенному удорожанию строительства объектов.

Для решения указанной проблемы авторами были проведены расчеты прочности и устойчивости воздуховодов при пожаре с учетом возможных размеров их поперечного сечения. Результаты расчетов показали, что воздуховоды, как правило, имеют достаточный запас прочности, а прогиб составляет долю 0,05...0,2 от длины, при этом прогиб возрастает с уменьшением размеров поперечного сечения воздуховодов. Помимо расчетов, был проведен анализ элементов уплотнения зазоров в местах пересечения воздуховодами ограждающих конструкций. Выявлено, что увеличение периметра примыкания, ширины и глубины зазора существенно сказывается на результатах испытаний. Обобщая вышеизложенное, при распространении результатов испытаний огнезащиты воздуховодов возникает достаточно противоречивая ситуация: с точки зрения прогиба (который по сути является фактором герметичности воздуховода) увеличение размера воздуховода улучшает результаты испытаний, но при этом вынужденно увеличивает зазор при пересечении ограждающей конструкции, ухудшая предел огнестойкости пересекаемой конструкции. Поэтому для наиболее корректного распространения результатов испытаний следует испытывать и минимальный и максимальный размер воздуховода при прочих эквивалентных параметрах.

Однако анализ существующих результатов испытаний показал, что герметичность воздуховодов в ходе испытаний нарушается достаточно редко. Во многом это обусловлено типом и качеством огнезащиты (вполне вероятно существуют альтернативные виды огнезащиты, для которых это правило может нарушаться). Поэтому до получения новых экспериментальных данных при подготовке предложений в проект изменения СТБ 11.03.01-2009 [7] основное внимание было уделено вопросу увеличения поперечного сечения воздуховода и обработке результатов испытаний.

Ниже представлена редакция изменений п. 10.4 СТБ 11.03.01-2009 [7], сформулированная на основе аналитической работы авторов и результатов экспертного обсуждения:

«Результаты испытаний воздуховода, внутренние размеры поперечного сечения (диаметр или длина большей стороны в сечении) которого менее 1000 мм, действительны для воздухопроводов аналогичной конструкции, имеющих диаметр (гидравлический диаметр) меньше чем у испытанного образца (без ограничения) или больше диаметра (гидравлического диаметра) испытанного образца на 50 %. При этом результаты испытаний допускается распространять на воздухопроводы с диаметром или длиной большей стороны в поперечном сечении не более 1000 мм.

Результаты испытаний воздуховода с размерами поперечного сечения (диаметр или длина большей из сторон в сечении) от 1000 до 1600 мм включительно, допускается распространять на воздухопроводы аналогичной конструкции с поперечным сечением, не превышающим размеры поперечного сечения (диаметр или длину каждой стороны в сечении) испытанного воздуховода. При этом отношение размера поперечного сечения (диаметра или длины каждой стороны в сечении) к испытанному размеру сечения должно быть не менее 0,5.

Результаты испытаний воздуховода, внутренние размеры поперечного сечения (диаметр или длина большей из сторон в сечении) которого превышают 1600 мм допускается распространять на воздухопроводы аналогичной конструкции с идентичными испытанному воздуховоду размерами поперечного сечения (допускается отклонение диаметра или длины каждой стороны в сечении в пределах $\pm 2\%$)».

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Термины и определения. ГОСТ 22270-2018. Взамен ГОСТ 22270-76; введ. 01.11.18. – Москва: Стандартинформ, 2018 – 19 с. Стефанов Е.В., Инженерные системы зданий. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Е.В. Стефанов. – Издательство «Авок Северо-Запад», 2005. – 403 с.
2. Пожарная профилактика в строительстве: Учеб. П 46 для пожарно-техн. училищ / Б.В. Грушевский, Н.Л. Котов, В.И. Сидорук и др. – М.: Стройиздат, 1989. – 368 с.
3. Захарченко, И.Р. Пожарная опасность вентиляционных систем / И.Р. Захарченко // Наука, техника и образование. – 2019. – № 8 (61). – С. 38–41. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Строительные нормы Республики Беларусь : СН 4.02.03-2019. – введ. 16.12.2019. – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 68 с.
4. Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции : СН 2.02.07-2020. – введ. 12.11.2020. – Минск : Минстройархитектуры, 2021. – 16 с.

5. Система стандартов пожарной безопасности. Воздуховоды. Метод испытания на огнестойкость : СТБ 11.03.01-2009. – введ. 01.12.16. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь, 2016 – 13 с.

6. Воздуховоды металлические вентиляционные. Технические условия: СТБ 1915-2020. – введ. 25.02.20. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь, 2020 – 13 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОЖАРООПАСНОЙ ОБСТАНОВКИ НА БАЗЕ БВС

¹Королев Д.С., ²Калач А.В.

¹Воронежский государственный технический университет
¹Воронежский институт повышения квалификации сотрудников
ГПС МЧС России

²Воронежский институт ФСИН России

Статистические данные МЧС России и Федерального агентства лесного хозяйства показывают, что в период с 2010–2022 гг. на территории нашей страны было зарегистрировано свыше 600 тысяч лесных пожаров, что в среднем составляет около 5–16 тысяч возгораний ежегодно [1, 2].

При этом огнем охватывались площади от 500 тысяч до нескольких миллионов гектар. В результате уничтожались лесные насаждения, гибли животные. Большинство возгораний регистрируется в тайге, т.е. в значительном удалении от населенных пунктов. Однако бывают случаи, когда неконтролируемое горение достигает крупные агломерации, распространяется на большие площади, вызывая смог, способствуя отравлению населения, нанося непоправимый вред здоровью [3].

Основными причинами складывающейся обстановки, экспертами выделяются следующие [2, 4]:

- человеческий фактор (непотушенная сигарета, разведение костров, весенний пал травы, искры автомобильного или железнодорожного транспорта);
- воздействие атмосферного электричества (сухие грозы);
- обрывы линий электропередач и последующее короткое замыкание;
- метеорологический фактор (отсутствие осадков).

Существующие объективные причины возникновения и развития лесных пожаров, являющиеся источниками огромного материального ущерба, и представляющие социальную опасность определяют актуальность темы исследования, а значит разработка способов и методов совершенствования мониторинга лесопожарной обстановки является своевременной.

В настоящее время наибольшую популярность приобретают беспилотные воздушные суда (далее – БВС), что обусловлено их технологическим и функциональным бумом развития, отличающимися аэродинамическими параметрами, тактико-техническими характеристиками, способствующими

успешному решению практических задач: мониторинг окружающей среды, проведение разведки очагов возгорания, картографирование, фото и видео съемка, поддержка поисково-спасательных операций и т.д. [5]. Несомненным преимуществом беспилотных воздушных судов отмечается их экономическая целесообразность применения, что во много раз дешевле спутниковых технологий и пилотируемой авиации.

В большинстве научных работ рассматриваются вопросы строения БВС, алгоритмы, интеллектуальные системы автономного полета, методы сбора информации, использование облачных систем и т.д. В рамках нашего исследования не предоставляется возможным перечислить и проанализировать все проблемы. Однако, не смотря на некоторый прогресс и обилие тематических публикаций, тема разработки мероприятий по консолидации систем мониторинга и их совершенствованию разработана слабо.

Площадь территорий, пострадавших от термического воздействия лесных пожаров с каждым годом возрастает или остается неизменной, тенденция к уменьшению негативных последствий практически не прослеживается. Это объясняется рядом факторов:

- недостаточность превентивных мероприятий, описанных выше;
- влияние погодных условий, стремительное изменение климата;
- отсутствие современных способов тушения лесных пожаров;
- неудовлетворительная система мониторинга лесопожарной обстановки.

Существующая спутниковая система мониторинга лесных пожаров представляет собой автоматизированную систему, обладающая рядом недостатков:

- для корректной работы необходимы картографическая база данных (схема) местности, топологические координаты объектов защиты (здания, сооружения, заповедники, лесные насаждения, лесные угодья);
- не является завершенным продуктом;
- распознает солнечные блики как термическое возгорание;
- не обеспечивает прогнозов по поводу развития пожаров;
- не имеет базы данных о состоянии лесов и особенностях почвенного покрова;
- для получения достоверной информации необходимы постоянные динамические информационные потоки;
- в системе в целом отсутствует консолидация современных информационных ресурсов, систем наземных и воздушных служб.

Отсюда неудивительно, что к концу 2020 года для мониторинга лесных пожаров стали использовать БВС, которые на практическом опыте показали успешное внедрение современных технологий на стадии обнаружения и наблюдения за пожароопасной обстановкой, поскольку использование БВС:

- осуществляет информационную поддержку штабов;
- обеспечивает постоянный контроль обстановки в режиме реального времени, оперативную передачу сигналов, фотографий, видеозаписей с камер;

– позволяет сопровождать наземные группы пожарных подразделений, дистанционно координируя их действия;

– обеспечивает наведение пожарных подразделений на проблемные участки, максимально концентрируя силы и средства на решающем направлении.

Во всем современном мире происходит постоянный процесс совершенствования БВС, особенно технической части, обеспечивающей эффективное сканирование (мониторинг) лесных угодий, насаждений. Это связано с тем, что специалист, который обеспечивает контроль за лесопожарной обстановкой, сталкивается с рядом проблем:

– при беглом низовом пожаре невозможно отследить границы гари, особенно в летний период;

– если низовой пожар сильный, а качество камеры оставляет желать лучшего, то будет проследиваться мозаичное покраснение, возможен рыжий оттенок хвои, что не дает четкого представления о складывающейся ситуации;

– камера БВС не позволяет оценить обстановку под деревьями из-за слабого освещения, облачности и других факторов, препятствующих традиционной аэрофотосъемки;

– при использовании метода фотограмметрии возможно создание трехмерной карты путем применения перекрывающихся изображений, что не обеспечивает точности в данных.

Поэтому в качестве способа совершенствования системы мониторинга и прогнозирования возникновения лесных пожаров предлагается [6, 7] повсеместное применение лидар-системы со специальным программным обеспечением. Лидар-система ассоциируется с радаром или локатором, обеспечивающие поиск скрытых объектов, например, низового пожара, но в базе его работы заложен другой принцип [8] (рис. 1).

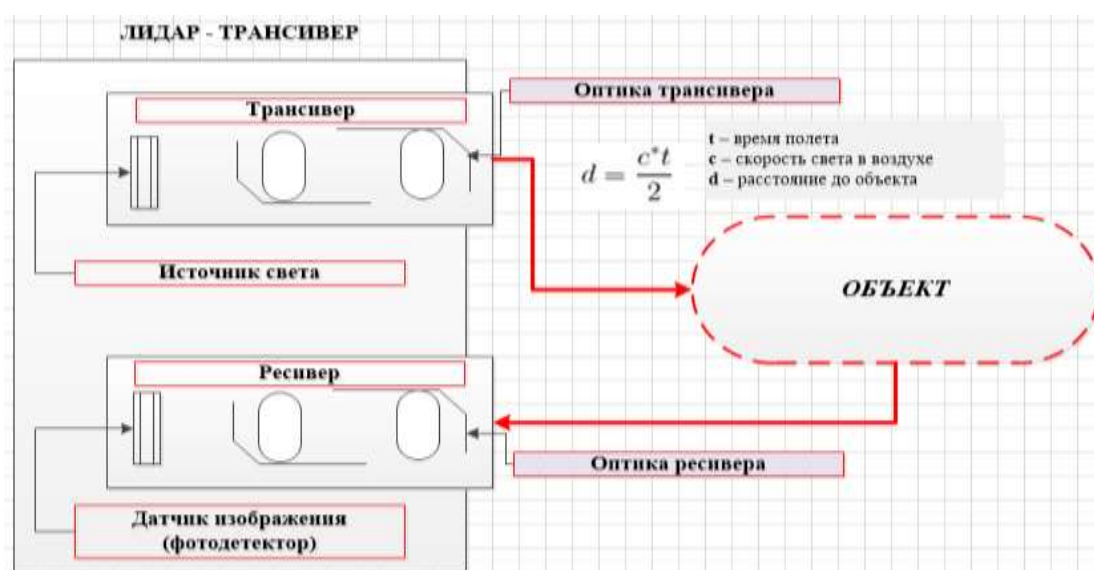


Рисунок 1. – Базовый принцип работы системы

Лидар при помощи датчика или сканера посылает лазерный луч на объект, который на основе тысячи точек с данными создает цифровую матрицу изображения, характеризующуюся высочайшим качеством съемки и уровнем детализации объекта. Достигнув объекта, луч отражается от цели, одновременно с этим происходит анализ его свойств и в результате появляется информация об объекте. Датчик фиксирует время, требующееся лучу на возвращение, тем самым определяется расстояние (рис. 2). Стоит отметить, что датчик – излучатель способен быстро направлять сотни тысяч лучей, обеспечивая возможность создания цифрового двойника объекта, при этом не имеет значение место нахождения дрона (объект находится под дроном, под углом и т.д.) [9]. Многократный запуск лазерных лучей весьма эффективен, когда необходимо увидеть какие-то объекты, которые скрыты густой растительностью (джунглями, тайгой, густым кустарником). Пока один луч попадает, например, на край листа, другой проникает сквозь крошечный промежуток между листьями и добирается до объектов ниже. Таким образом, система – лидар лишена недостатков, о которых говорилось выше.

Рассматриваемая технология обеспечивает быстрое и эффективное сканирование с воздуха, исключая влияние внешних факторов (облачность, густота насаждений и т.д.), а результаты измерений можно использовать для оцифровки рельефа местности.

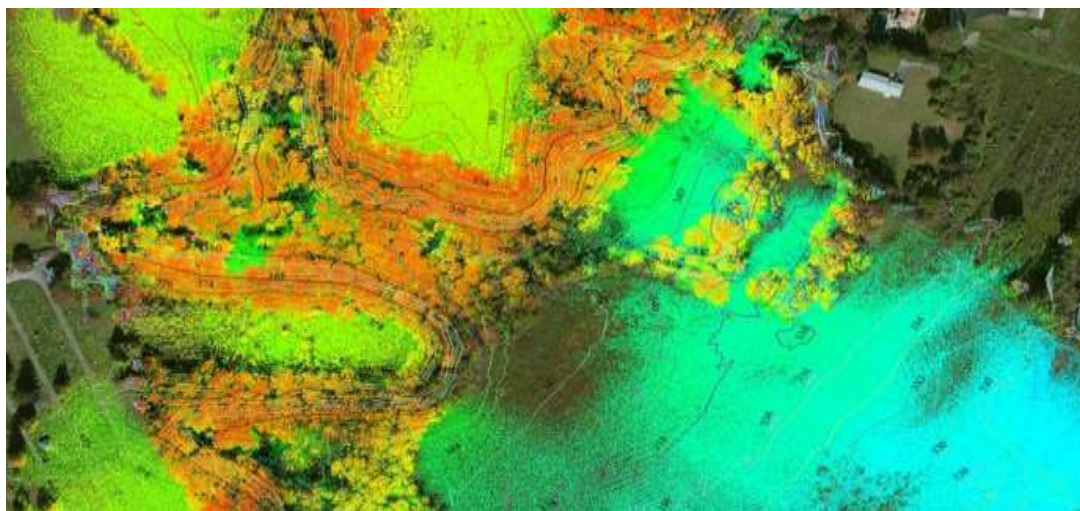


Рисунок 2. – Анализ обстановки

Одной из характерных особенностей данной технологии выделяется возможность оперативного сбора информации, точных измерений, дальнейшая обработка которых позволяет в короткое время создавать 3D-модели, карты местности, окружающей среды, что представляет собой аналог ортофотопланов.

Таким образом, технология лидар позволит эффективно осуществлять поиск низовых пожаров, а контроль над пожарными подразделениями, исключает необходимость использования резервных групп спасательных формирований на земле для выполнения трудоемких работ по тщательному

осмотру и наблюдению. Причем в некоторых случаях по целому ряду объективных причин наземная разведка и наблюдение просто невозможны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары и пожарная безопасность: Статистический сборник П.В. Полехин, М.А. Чебуханов, А.А. Козлов, А.Г. Фирсов, В.И. Сибирко, В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2020. – 115 с.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: Статистический сборник П.В. Полехин, М.А. Чебуханов, А.А. Козлов, А.Г. Фирсов, В.И. Сибирко, В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2021. – 112 с.
3. Башаричев А.В., Каменецкая Н.В., Аболмасова И.Ф., Лысенко М.В., Голубчикова А.А. Использование современных методов прогнозирования, мониторинга и профилактики лесных пожаров в ходе пожароопасного периода в Курской области в 2021 году // Вопросы устойчивого развития общества, 2021– № 7. – С. 439–446.
4. Ватагина В.Е., Рычкова В.М. Исследование системы мониторинга и прогнозирования лесных пожаров // Пожарная и аварийная безопасность, 2017, № 3. – С. 784–787.
5. Методические рекомендации по применению беспилотных летательных аппаратов в целях оперативного обнаружения и прогноза опасных природных явления и обеспечения мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС природного и техногенного характера. – М.: 2016. – 98 с.
6. Lidar measurements taken with a large-aperture liquid mirror. 2. Sodium resonance-fluorescence system / P.S. Argall, O. N. Vassiliev, R. J. Sica, and et al// Applied Optics. 2000. Vol. 39, № 15. P. 2393 – 2400.
7. Behrendt A. Combined temperature lidar for measurements in the troposphere, stratosphere, and mesosphere / A. Behrendt, T. Nakamura, T. Tsuda // Applied optics. 2004. Vol. 43, № 14. P. 2930 – 2939
8. Lidar: range-resolved optical remote sensing of the atmosphere series, Springer series in optical sciences, vol. 102 / C. Weitkamp (Ed.). New York: Springer, 2005. – 460 p.
9. Оптические и оптико-электронные приборы в геодезии, строительстве и архитектуре / Соломатин В.А.М.: Машиностроение, 2013. – 150 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГОРЮЧИХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ В ФАСАДНЫХ СИСТЕМАХ

Леменков М.Д., Шархун С.В.

Уральский институт государственной
противопожарной службы МЧС России

В виду масштабной урбанизации и глобальных изменений, вызванных четвертой промышленной революцией, возникла не только потребность в строительстве совершенно новых, жилых районов с современной инфраструктурой, но и методы и пути решения. Актуальная планировка спальных районов подразумевает плотное расположение жилых домов в одном квартале. Помимо этого, важным акцентом подобных сооружений является многоэтажность. Причиной этого становится неизменный рост цен на земельные участки в городской черте и как следствие рост цен на объекты завершеного строительства. [1]

Компактная застройка жилых кварталов имеет ряд важных преимуществ и вместе с этим ряд существенных недостатков. К положительным чертам можно отнести:

- относительно низкая цена за предложенные квартиры для конечного потребителя;
- минимальная площадь, которую занимают дома высокой этажности;
- низкая сложность и высокая скорость строительства.

Среди недостатков компактной застройки жилых районов имеет место малое расстояние между зданиями, непосредственно оказывающее влияние на пожарную безопасность.

При плотном расположении зданий в квартале или районе современные застройщики полностью соблюдают требования пожарной безопасности по взаимному расположению зданий и сооружений друг от друга и по величине противопожарных разрывов. В Российской Федерации данный норматив регламентирует [2]. Данный документ определяет минимально возможные расстояния между жилыми и общественными и складскими и производственными зданиями с точки зрения пожарной безопасности.

Ниже перечислены одни из наиболее часто встречающихся случаев взаимного расположения зданий и величины противопожарного разрыва.

Минимальное расстояние между жилыми и общественными зданиями при I, II, III степени огнестойкости, но классе конструктивной пожарной опасности С0 составляет всего 6 метров.

Жилые и общественные здания и сооружения II, III степени огнестойкости и класса конструктивной опасности С1 допускается располагать не ближе 10 метров.

Минимально допустимое расстояние при взаимном расположении жилых и общественных зданий IV, V степеней огнестойкости и классов

конструктивной пожарной опасности С2, С3 с точки зрения пожарной безопасности составляет 15 метров.

Подробный анализ регламентирующих нормативных документов установил, что зависимость величины противопожарного разрыва обратно пропорциональна степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности. Однако величина противопожарного расстояния в большей степени имеет зависимость от класса конструктивной пожарной опасности зданий, чем от степени огнестойкости зданий.

В современных условиях все большее внимание уделяется проблеме сохранения энергии и повышения энергоэффективности зданий. Одним из основных аспектов в этой области является теплоизоляция фасадов зданий. Фасадные теплоизоляционные композиционные системы (ФТКС) широко применяются для улучшения теплозащитных свойств зданий, снижения энергопотребления и создания комфортных условий внутри помещений.

Однако, при использовании ФТКС возникает вопрос о влиянии теплового потока на их свойства и эффективность. Именно эту проблему рассматривает настоящая научная статья.

Чем ниже теплопроводность, тем лучше будет сохраняться тепло внутри здания. Фасадные системы часто используют материалы с низкой теплопроводностью, такие как пенополистирол или минеральная вата, для обеспечения хорошей теплоизоляции.

Однако, даже при использовании материалов с низкой теплопроводностью, тепловой поток может оказывать влияние на фасадные системы. Например, при высоких температурах наружного воздуха, тепловой поток может вызывать расширение и сжатие материалов, что может привести к деформации и потере эффективности теплоизоляции. Поэтому, необходимо изучить влияние теплового потока на поведение фасадных систем.

Исследование влияния теплового потока на системы фасадных теплоизоляционных композиционных материалов является актуальной задачей в современной строительной индустрии. Теплоизоляция играет важную роль в сохранении энергии и повышении энергоэффективности зданий, поэтому необходимо изучить, как тепловой поток может влиять на свойства и производительность таких систем.

Тепловое воздействие повышенных температур на ограждающие конструкции зданий носит критический характер. В первую очередь повреждается наружная часть, а именно фасад здания. Помимо этого, подвергаться разрушению могут и внутренние теплоизоляционные материалы, скрытые от внешнего взгляда. На внешних фасадных системах повреждения могут проявляться в качестве трещин, прогаров, а также потере целостности материала. Однако, повреждения в виде оплавления пенополистирола или разрушения минераловатных плит на находящимся под внешним слоем теплоизоляционные материалы оказываются скрыты от внешнего взора. Таким образом, тепловое воздействие критических температур способно вызвать разрушения теплоизоляционного слоя, которые впоследствии невозможно идентифицировать невооруженным глазом.

Снижение теплоизоляции жилого дома идет вразрез с требованиями при [3] в части успешной эксплуатации объектов. Отсутствие расчетной при проектировании толщины утеплителя в фасадных системах влечет ряд последствий. В первую очередь, это снижение средней комфортной температуры в жилых помещениях в зимнее время года. Во-вторых, увеличение термического эффекта от тепловой нагрузки на обдуваемую часть фасадных конструкций. В-третьих, значительное увеличение потребления энергии на обогрев помещений, которые находятся за поврежденными строительными конструкциями. В конечном итоге, негативное влияние в материальном плане получают жильцы дома и собственники квартир. Помимо этого, снижение теплоизоляции может сказаться на их потреблении электроэнергии и пожарной безопасности объекта в целом.

Целью исследования [4] было выяснить, как тепловой поток влияет на свойства и характеристики ФТКС, такие как теплопроводность, прочность, устойчивость к воздействию влаги и долговечность.

В настоящее время фасадные штукатурные композиционные системы (ФТКС) являются одним из наиболее популярных материалов для отделки зданий. Они обладают рядом преимуществ, таких как декоративность, защита от атмосферных воздействий и теплоизоляция. Однако, в процессе эксплуатации ФТКС подвергаются различным воздействиям, которые могут негативно сказаться на их свойствах.

Одной из основных проблем, с которой сталкиваются ФТКС, является влияние теплового потока на теплоизоляционный слой. Теплоизоляционный слой выполняет функцию сохранения тепла в помещении и предотвращения его утечки через стены. Однако при повышенном тепловом потоке может происходить деградация материала или его отслаивание от основы, что приводит к снижению эффективности теплоизоляции и увеличению затрат на отопление.

Тепловой поток – это передача тепла через поверхность. В случае фасадных систем, тепловой поток может оказывать влияние на эффективность теплоизоляции и стабильность системы. Изучение этого влияния является важным для оптимизации конструкции и выбора материалов.

Одним из основных факторов, влияющих на тепловой поток, является теплопроводность материала.

Однако, существует еще один немаловажный фактор, подчеркивающий актуальность и важность исследуемой проблемы. Восстановительные работы по сохранению целостности конструкций зданий и обеспечению несущей способности на протяжении всего срока службы проводятся с большой периодичностью. Капитальный ремонт жилого фонда планируется в рамках 25–30 лет. Если после пожара скрытый ущерб не был установлен, то восстановление теплоизолирующей способности становится задачей капитального ремонта, в котором, как правило, подобные работы не закладываются в смету. В связи с этим внезапно возросшая стоимость капитального ремонта здания будет начислена собственникам жилых помещений. Стоит отметить, что на сегодняшний день нет метода и прибора

оценки влияния теплового потока на теплоизоляционный слой фасадных штукатурных систем.

Разработка метода и прибора контроля степени влияния теплового потока на строительные конструкции является важным шагом в развитии технологий теплоизоляции и актуальной задачей в сфере теплоизоляционных материалов. Такая разработка позволит более точно определить эффективность теплоизоляционного слоя фасадных штукатурных композиционных систем и выявить возможные проблемы, связанные с недостаточным уровнем теплоизоляции. Также разработка метода и прибора контроля позволит повысить эффективность использования фасадных штукатурных композиционных систем и снизить затраты на отопление и охлаждение зданий.

Подводя итог вышесказанному, стоит уделять больше внимания противопожарным расстояниям до ближайших объектов при планировании территории района и постройке зданий.

Важно отметить, что в рассматриваемой проблеме не идет речь об открытом пламени. Поскольку при сравнительно малых противопожарных расстояниях между зданиями и сооружениями, таких как 6 метров, в строительстве объектов допускается применять материалы, соответствующие только классу конструктивной пожарной опасности С0, что говорит об отсутствии как такого горючего материала, способного поддерживать горение. Фокус исследования акцентируется именно на тепловом воздействии от потенциального очага пожара и вызванных им повреждениях. [5]

ЛИТЕРАТУРА

1. Шваб К., Дэвис Н. Технологии четвертой промышленной революции / К. Шваб. – М. :Бомбора, 2018. – 317 с.
2. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»
3. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ.
4. Леменков. М. Д. Изучение особенностей влияния теплового конвекционного потока очага пожара на фасадные системы с наружным штукатурным слоем эмпирическим путем / М. Д. Леменков, С. В. Шархун, А. В. Пономарев // Ройтмановские чтения: Сборник материалов 10-ой научно-практической конференции, Москва, 26 мая 2022 года / Под редакцией Д.А. Самошина. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы МЧС Росси, 2022. – С. 93–96. – EDN LVCPWJ.
5. Леменков М.Д. Экспериментальное исследование оценки влияния теплового потока очага пожара на армированный базовый штукатурный слой теплоизоляционных покрытий фасадов зданий // Безопасность: проблемы, технологии, управление. 2023. № 1. С. 4–16.

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И РЕАГИРОВАНИЯ НА ПОЖАРНЫЕ СИТУАЦИИ

Мирошниченко А.С., Поддубская К.А., Михадюк М.В.

Белорусский государственный экономический университет

В наше время безопасность зданий и сооружений становится все более важной задачей, и автоматические системы пожарной сигнализации играют в этом ключевую роль. Пожары являются серьезной угрозой для жизни людей и имущества, и поэтому необходимо принимать все возможные меры для их предотвращения и обнаружения. Поэтому внедрение автоматических систем пожарной сигнализации нашло широкое применение на практике и представляет собой комплексный процесс, начиная от анализа потребностей и выбора оборудования до разработки планов эвакуации, обучения персонала и организации системы контроля и реагирования на пожарные ситуации.

Автоматическая пожарная сигнализация (АПС) работает по следующему алгоритму: с датчиков на контрольную панель (пульт управления) поступает тревожный сигнал; программа, которой оснащено управляющее оборудование, анализирует информацию; если возникновение возгорания подтверждается, подаются сигналы запуска на ряд систем [1].

Преимущества внедрения таких систем:

- **Повышение безопасности:** Автоматические системы пожарной сигнализации способны обнаруживать пожар в самой ранней стадии, когда еще возможно предотвратить его распространение. Это может спасти жизни людей и уберечь от больших материальных потерь.

- **Сокращение времени реакции:** Системы пожарной сигнализации мгновенно передают сигналы о пожаре соответствующим службам и позволяют начать эвакуацию и тушение пожара намного быстрее, чем при ручном обнаружении.

- **Минимизация ошибок:** Автоматические системы пожарной сигнализации работают по строго заданным протоколам и не подвержены человеческим ошибкам или недосмотру.

Например, крупные торговые помещения оборудуются, как правило, дренчерными и спринклерными установками пожаротушения (рис. 1). Одними из самых простых и эффективных типов автоматических систем тушения пожара являются спринклерные установки пожаротушения. В основе конструкции лежит применение окончательных элементов водопроводной системы, которые способны самостоятельно открываться при достижении температуры в помещении определенного порогового значения [2].



Рисунок 1. – Дренчерные и спринклерные установки пожаротушения

Если вы решились на установку АПС, то вам следует ознакомиться с процессом внедрения системы. Первым этапом внедрения является анализ конкретных потребностей и характеристик здания. Размеры здания, его функциональное назначение, наличие потенциальных источников возгорания и особенности эвакуации – все эти факторы должны быть учтены при выборе подходящего оборудования. Датчики дыма, тепла и газов, автоматические пожарные извещатели, пульта управления и системы оповещения – все это составляет основу автоматической системы пожарной сигнализации.

Далее необходимо разработать планы эвакуации, которые определяют оптимальные маршруты эвакуации, расположение аварийных выходов, места сбора и процедуры действий в случае пожара. Эти планы должны быть ясными и понятными, чтобы обеспечить эффективную эвакуацию людей в случае возникновения пожара.

Не менее важным аспектом внедрения автоматических систем пожарной сигнализации является обучение персонала. Все сотрудники должны быть ознакомлены с основными принципами пожарной безопасности, правилами пользования средствами пожаротушения и процедурами эвакуации. Это поможет им действовать рационально и спокойно в случае пожара, минимизируя риски для своей жизни и жизни окружающих.

Организация системы контроля и реагирования на пожарные ситуации является ключевым шагом внедрения систем пожарной сигнализации. Центральный пульт управления, система оповещения и система автоматического пожаротушения – все они работают вместе для обнаружения пожара, предупреждения людей и подавления возгорания в самом начале его развития.

В результате внедрения АПС создается надежная и эффективная система, способная обнаружить пожар и предупредить людей о нем в самый ранний срок. Это позволяет своевременно реагировать на пожарные ситуации, вызывая службы безопасности, проводя эвакуацию и активируя систему автоматического пожаротушения. Такие системы значительно

снижают риск возникновения пожара, а также уменьшают возможные потери людей и имущества.

Недостатком таких автоматических систем является их высокая стоимость. Поэтому последнее время многие собственники используют свое право, принимая риски за свое имущество на себя, расчетно обосновывая безопасность людей [3].

Система автоматического пожаротушения уже давно является высоко интегрированной и комплексно решающей вопросы безопасности оборудования и персонала в защищаемых помещениях. Тем не менее нет предела совершенству. Так, например, в этом году появились проекты сопряжения системы пожаротушения с автоматикой энергоснабжения стоек. По сигналу "Пожар" из конкретной стойки ее электроснабжение отключается, и в нее подается огнегасящее вещество.

Все большее развитие имеют интеллектуальные системы, к которым относятся роботизированные установки пожаротушения. Они позволяют автоматически направить на очаг загорания всю мощность огнетушащего вещества (ОВ), высвободить человека из опасных для жизни аварийных зон и оперативно взаимодействовать с персоналом и пожарными при тушении пожара, чего нет в традиционных дренчерных и спринклерных системах.

Обширные технические возможности автоматизированных систем пожаротушения позволяют использовать их там, где традиционные системы недостаточно эффективны или неприемлемы. Это включает высокие здания и сооружения (аэродромные хранилища, спортивные и выставочные комплексы с множеством посетителей, подземные проходы, склады различного назначения) и внешние объекты с повышенной опасностью возгорания в нефтяной промышленности.

Применение интеллектуальных систем в системах автоматического тушения пожаров, включая автоматизированные системы пожаротушения, позволяет легко интегрироваться с другими системами функционирования объекта.

В заключение, внедрение автоматических систем пожарной сигнализации является важным шагом в обеспечении безопасности зданий и сооружений. Это комплексный процесс, включающий анализ потребностей, выбор оборудования, разработку планов эвакуации, обучение персонала и организацию системы контроля и реагирования. Такие системы способны надежно обнаруживать пожары и предупреждать людей о них, что позволяет своевременно принимать меры по тушению и эвакуации. Результатом внедрения автоматических систем пожарной сигнализации является повышение безопасности и снижение возможных потерь в случае пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматическая система пожарной сигнализации – АПС: устройство, принцип действия, виды и состав [Электронный ресурс], – Режим доступа: <https://www.unitest.ru/about/publication/avtomaticheskaya-sistema-pozharnoy-signalizacii.html> Дата доступа: 13.03.2022.

2. Спринклерная и Дренчерная Системы Пожаротушения. Обзор – IWT [Электронный ресурс], – Режим доступа: <https://www.iwt.ua/ru/blog/preimushhestva-i-nedostatki-razlichnyh-sistem-pozharotusheniya/> Дата доступа: 12.08.2020

3. Автоматическое пожаротушение: реальность и перспективы [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://secuteck.ru/articles2/firesec/avtomaticheskoe-pozharotushenie-realnost-i-perspektivy> Дата доступа: 30.03.2013

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НОВЫХ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ ПЛИТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мухамедов Н.А., Рашидов Э., Кадирова Х.Б.

Ташкентский архитектурно-строительный университет

На сегодняшний день исходя из актуальности достижения необходимого уровня энергосбережения и пожаробезопасности в зданиях и сооружениях необходимо применять материалы, которые обладают заданными теплотехническими и пожаробезопасными характеристиками.

Одним из часто используемых материалов в строительстве современных зданий являются теплоизоляционные строительные материалы, которые имеют различные классификации [1-3].

Теплоизоляционные материалы классифицируют по следующим признакам [2]:

по виду основного исходного сырья:

органические и неорганические;

по структуре: волокнистые, ячеистые и зернистые;

по форме: рыхлые, плоские, фасонные и шнуровые;

по горючести:

несгораемые, трудносгораемые и сгораемые (группа горючести, к которой относятся отдельные виды материалов и изделий, указывается в соответствующих ГОСТ);

по классам теплопроводности:

класс «А» (низкой теплопроводности – коэффициент теплопроводности при температуре 25 °С $\lambda \leq 0,06$ Вт/(м·К));

класс «Б» (средней теплопроводности $0,06 < \lambda \leq 0,115$ Вт/(м·К));

класс «В» (повышенной теплопроводности $0,115 < \lambda \leq 0,175$ Вт/(м·К));

в зависимости от средней плотности:

особо низкой плотности (ОНП), марки: 15, 25, 35, 50, 75, (кг/м³, не более); низкой плотности (НП), марки: 100, 125, 150, 175 (кг/м³, не более); средней плотности (СП), марки: 200, 225, 260, 300, 350 (кг/м³, не более) и плотные (Пл), марки: 400, 450, 500 (кг/м³, не более);

по деформативности (сжимаемости):

мягкие (М), $\epsilon > 30$ % под удельной нагрузкой 0,002 МПа; полужесткие (П), ($6 \% < \epsilon \leq 30$ %), жесткие (Ж), ($\epsilon \leq 6$ %), повышенной жесткости (ПЖ), $\epsilon \leq 10$ % под удельной нагрузкой 0,04 МПа; твердые (Т), $\epsilon \leq 10$ % под удельной нагрузкой 0,1 МПа. Одним из важнейших характеристик теплоизоляционных материалов является их теплоизоляционные свойства и стойкость их к тепловым потокам с высокой температурой и воздействию огня. В данной работе приведены результаты исследований по определению значений теплопроводности и стойкости к высоким температурам полученных ранее новых материалов с пористой и непористой структурой [4,5].

Эти материалы были получены в основном из следующих компонентов: стандартное натриевое жидкое стекло, доломит, соляная кислота, кремнезем и мел (табл. 1).

Таблица 1.

Компонентный состав плиточных материалов

№	Состав	Образец №1 масса, гр	Образец №2 масса, гр	Образец №3 масса, гр
1.	Тонкодисперсный доломит	150	150	150
2.	Соляная кислота	25	25	25
3.	Спирт этиловый	15	15	15
4.	Натриевое жидкое стекло	450	450	450
5.	Мел	-	30	-
6.	Кремнезем (отход Ангренского завода)	-	-	15

Далее, полученные на основе вышеприведенных (табл.1.) составов образцы плиточных материалов исследованы для оценки эффективности теплоизоляционных свойств и стойкости к высоким температурам. Исследования проведены на лабораторной установке (рис.1) разработанной специально для этих целей в лаборатории Научно-исследовательского института пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Узбекистан.



Рисунок 1. – Установка для измерения теплопроводности

Условия проведения испытаний были следующими: на плиточные материалы воздействовали тепловым потоком в замкнутом пространстве печи (рис.1), нагретой температурой до 900 °С.

Из сравнений значений температуры над поверхностью, на которую воздействует прямой тепловой поток и показатели значений температуры за испытуемым образцом можно оценить эффективность полученных плиточных материалов. Этому свидетельствует также показатели разниц температур.

Таблица 2

Показатели измерений теплопроводности в зависимости от времени нагрева (Образец №1)

№	Время (мин.)	Температура внутри печки (°С)	Температура перед образцом (°С)	Температура за образцом (°С)	Разница температур $\Delta^{\circ}\text{C}$
1.	5	925	500	100	400
2.	10	905	590	170	420
3.	15	900	650	250	400
4.	20	900	660	300	360
5.	25	890	690	370	320
6.	30	880	700	420	280
7.	35	880	750	460	290
8.	40	855	800	500	300

Таблица 3

Показатели измерений теплопроводности в зависимости от времени нагрева (Образец №2)

№	Время (мин.)	Температура внутри печки (°С)	Температура перед образцом (°С)	Температура за образцом (°С)	Разница температур ($\Delta^{\circ}\text{C}$)
1.	5	850	800	200	600
2.	10	848	810	259	551
3.	15	843	818	385	433
4.	20	840	825	442	383
5.	25	841	835	475	360
6	30	839	840	504	336

**Таблица показателей измерения теплопроводности (образец № 3),
в зависимости от времени**

№	Время, мин	Температура внутри печки ($^{\circ}\text{C}$)	Температура перед образцом ($^{\circ}\text{C}$)	Температура за образцом ($^{\circ}\text{C}$)	Разница температур ($\Delta^{\circ}\text{C}$)
1.	5	950	500	100	400
2.	10	900	640	180	460
3.	15	900	600	260	340
4.	20	890	600	330	270
5.	25	850	650	400	250
6.	30	850	720	450	270
7.	35	900	850	505	345

Данные таблицы 4. показывают зависимость значения показателя разности температур ($\Delta^{\circ}\text{C}$) от времени нагрева поверхности образца для трех полученных плиточных материалов. Здесь показатель разности температур ($\Delta^{\circ}\text{C}$) это значение разности показателей кривых температур перед образцом и значений температур за образцом. Значение этого показателя означает что, чем больше значение этого показателя, тем лучше значение эффективности теплоизоляции для этого материала. Но здесь необходимо ориентироваться в основном на конечные значения разности температур ($\Delta^{\circ}\text{C}$), так как начальные значения температур кривых не совсем точно отражает степень теплопроводности исследуемого материала.

Из трех типов исследованных образцов плиточных материалов (образец 1., образец 2. и образец 3.) в значениях разниц температур ($\Delta^{\circ}\text{C}$) наблюдались следующие изменения, которые отражают степень теплопроводности этих материалов. Для образца № 1 максимальное значение разности температур составляет 420°C а минимальное значение составляет 280°C (табл.2), для образца № 2 максимальное значение разности температур составляет 600°C , а минимальное значение составляет 336°C (табл. 3), а также для образца № 3 максимальное значение разности температур составляет 460°C , а минимальное значение составляет 270°C (табл.4.).

Из этих значений разности температур практическое важное значение имеют значения полученные в самом конце измерений которые более стабильны при дальнейшем длительном нагреве образца. Для первого образца это значение составляет 300°C , для второго образца 336°C и для третьего образца оно составляет 345°C . Так как из этих последних значений разности температур самое большое значение (345°C) имеет образец с номером № 3, то это означает относительную эффективность теплоизоляционного свойства этого образца чем остальные две. Кроме этого эти измерения показали, что все три испытанных образца имеют стойкость к высоким температурам (до 900°C), так как все три образца при длительных испытаниях при высоких температурах не

теряли своей целостность и физико-механические свойства после охлаждения и потеря массы при этом составляла максимум 13,1 % (для образца № 2). Таким образом вышеприведенные результаты исследований показали, что образцы плиточных материалов с пористой структурой, полученные на основе натриевого жидкого стекла, доломита, кремнезема, мела и в качестве минеральной кислоты соляной кислоты, имеют эффективные значения теплоизоляции и обладают стойкостью к длительному воздействию высоких температур (900 °С).

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 16381-77. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования.
2. В.Б.Тихонов, М.П.Колесников. Особенности использования современных теплоизоляционных материалов на полимерной основе. Энергобезопасность и энергосбережение. №1 (37), 2011. – С. 24–27.
3. Худяков В. А., Прошин А. П., Кислицына С. Н. Современные композиционные строительные материалы. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 220 с.
4. Мухамедов Н.А. Получение и исследование нового негорючего пористого материала на основе местного минерального сырья. Енфин-портлаш хавфсизлиги илмий-амалий электрон журнал. 2022 йил. № 3. – С. 23–28.
5. Мухамедов Н.А. Получение и исследование новых добавок для негорючего пористого материала на основе местного минерального сырья. Енфин-портлаш хавфсизлиги илмий-амалий электрон журнал. 2023 йил. № 1. – С. 123–128.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ АНТИПИРЕНОВ

Мухидова З.Ш., Пулатова Э.К., Мухамедгалиев Б.А.

Филиал Астраханского ГТУ в Ташкентской области

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).

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 аллилбромиды и аллилхлорида с фосфористой кислотой полученной на основе отходов

ОАО «МАХАМ-АММОФОС», 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 исследования с 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]. 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 древесно-стружечных плит.

В качестве наполнителя брали стебли камыша 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.

Для установления механизма огнезащитного действия исследовали превращения, протекающие в твердой фазе образцов на стадии, соответствующей горению. Полимерный модификатор начинает разлагаться с потерей массы при температуре 473 К. 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 40–50 °С 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 [3].

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.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМЗИТОВЫХ ПОДЛОЖЕК ПРИ ПРОЛИВАХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Нажмиддинова Н.А., Абдувалиев А.А., Рустамов У.И.

Ташкентский архитектурно-строительный университет

В мире на сегодняшний день применение энерго-ресурсосберегающих технологий и технических средств для снижения пожаров и взрывов, а также для предотвращения их отрицательных последствий является задачей первостепенной важности. В мировом масштабе в 134 странах ежегодно происходят 3–4 тысячи аварии, в результате которых погибают тысячи людей, а экономический ущерб составляет 210 миллиардов долларов, что требует внедрения в практику эффективных инновационных технологии предотвращающих чрезвычайных ситуации на топливохранилищах. В этом аспекте, для повышения безопасности нефтехранилищ применение энерго-ресурсосберегающих технических средств и установок имеет важное значение [1–2].

В нашей республике для обеспечения безопасности топливохранилищ, усовершенствованию резервуаров топлив, процессов улавливания легких фракции углеводородов и огнезащитных преград, а также для предотвращения чрезвычайных ситуации и для эффективного снижения их вредных последствий, усовершенствования системы автоматического диагностирования и управления защитных систем, ремонт и оказание услуг технологическим установкам согласно регламентов, предупреждению опасных факторов влияющих на промышленную безопасность с целью совершенствования профилактических мер, осуществляются крупномасштабные прикладные мероприятия, с достижением определенных результатов [3].

Физическая картина процессов, происходящих при горении топлив, достаточно сложна и включает несколько стадий разложения пороха в последовательности экзотермических реакций в конденсированной и газовой фазе. По результатам исследований горения баллиститного пороха в вакууме П. Ф. Похил установил [4], что при давлении ниже 2 мм рт. ст. экзотермическая химическая реакция идет только в приповерхностном слое конденсированной фазы (беспламенное горение). В диапазоне давлений от 5 мм рт. ст. до примерно 15–20 атм реакция идет в газовой фазе, и пламя заметно только в темноте (однопламенное или холодно пламенное горение). При дальнейшем повышении давления (свыше 15–20 атм) на некотором расстоянии от поверхности возникает вторая зона яркого пламени. Расстояние от этой зоны до поверхности вещества быстро уменьшается с ростом давления, и примерно при 60–70 атм эта зона сливается с первой зоной.

Полного описания механизма реакций всех этих стадий не существует. Считается, что в конденсированной фазе происходит разрыв химических связей CO-NO_2 и выделяются окислы азота (NO_2 и NO) и альдегиды, в первой

зоне пламени NO_2 реагирует с альдегидами, а во второй зоне идут реакции с участием NO и CO .

В камерах сгорания ракетных двигателей поверхность горящего пороха обдувается газовым потоком продуктов горения. Возрастание скорости горения топлива с ростом скорости обдувающего потока было обнаружено О.И.Лейпунским в 1940-е годы и в мировой литературе получило название раздувания.

В иностранных публикациях оно называется эрозионным горением [5]. Этот эффект необходимо учитывать при проектировании и расчете ракет на твердом топливе. При горении заряда твердого топлива в камере сгорания изменяется давление, форма и площадь поверхности заряда, на топливо действуют большие перегрузки. Вследствие этого скорость горения не остается постоянной, и такие режимы называются нестационарными. Феноменологическая теория нестационарного горения пороха была создана Я. Б. Зельдовичем в 1942 году и впоследствии развита Б.В.Новожиловым в 1960-е годы [6].

Тление – это особый вид медленного горения, которое поддерживается за счет тепла, выделяющегося в реакции кислорода и горячего конденсированного вещества непосредственно на поверхности вещества и аккумулируемого в конденсированной фазе. Типичным примером тления является зажженная сигарета. При тлении зона реакции медленно распространяется по материалу. Газофазное пламя не образуется из-за недостаточной температуры газообразных продуктов или потухает из-за больших теплотерь из газовой фазы. Тление обычно наблюдается в пористых или волокнистых материалах. Тление может представлять большую опасность во время пожара, так как при неполном сгорании выделяются токсичные для человека вещества.

В смесях неорганических и органических порошков могут протекать автоволновые экзотермические процессы, не сопровождающиеся заметным газовыделением и образующие, только конденсированные продукты. На промежуточных стадиях могут образовываться газовые и жидкие фазы, не покидающие, однако, горящую систему. Известны примеры реагирующих порошков, в которых образование таких фаз не доказано (тантал-углерод). Такие режимы называются твердофазным горением, используются также термины безгазовое горение и твердопламенное горение. Эти процессы получили практическое применение в разработанных под руководством А.Г.Мержанова технологиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) [7]. Если исходная горючая смесь проходит через пористую среду, например, керамическую матрицу, то при ее горении часть тепла расходуется на подогрев матрицы. Горячая матрица, в свою очередь, подогревает исходную смесь. Тем самым часть тепла продуктов сгорания рекуперирована, что позволяет использовать бедные смеси (с малым коэффициентом избытка топлива), которые без рециркуляции тепла не горят. Технологии пористого горения (в отечественной литературе также – фильтрационное горение) позволяют уменьшить выбросы вредных веществ и используются в газовых инфракрасных печах, обогревателях и многих

других устройствах. В отличие от обычного горения, когда наблюдается светящаяся зона пламени, возможно создание условий для беспламенного горения. Примером может служить каталитическое окисление органических веществ на поверхности подходящего катализатора, например, окисление этанола на платиновой черни. Однако термин «беспламенное горение» не сводится только к случаю поверхностно-каталитического окисления, а обозначает ситуации, в которых пламя не видимо невооруженным глазом.

Поэтому беспламенными также называют режимы горения в радиационных горелках или некоторые режимы экзотермического разложения баллиститных порохов при низком давлении. беспламенное окисление – особый способ организации низкотемпературного горения – является одним из перспективных направлений в создании малоэмиссионных камер сгорания для энергетических установок.

Одним из существенных критериев влияния на параметры горения нефтепродуктов является площадь пролива нефтепродукта. Известно, что на твердой поверхности коэффициент растекания больше, чем на грунтовой и неспланированной поверхности. Нами проводятся изучение физико-химических свойств гранулированных материалов, которые возможно использовать для создания различного типа гранулированных подложек, а также для планировки поверхности с использованием данных подложек в качестве меры превентивного характера. Работа направлена на уменьшение размеров взрывоопасных зон при аварийных проливах нефтепродукта. Как известно, одним из существенных критериев влияния на параметры горения нефтепродуктов является площадь пролива нефтепродукта. На твердой поверхности коэффициент растекания больше, чем, например, на грунтовой и неспланированной поверхности, при этом на грунте дисперсность пор может быть в разы выше, чем на твердой поверхности. В случае, когда нефтепродукт впитывается в грунт и на поверхности остается лишь тонкая пленка нефтепродукта, при возгорании параметры горения будут ниже, чем при проливе на твердой поверхности, когда вся масса нефтепродукта находится на этой поверхности. Существуют материалы, обладающие низкой плотностью – способные держаться на воде, нефтепродукте и т. д., при этом обладающие высокой температурой плавления. При проливе нефтепродукта на поверхность с материалами такого рода они всплывают, тем самым на поверхности остается лишь тонкая пленка нефтепродукта, основная масса располагается под этой поверхностью.

В настоящее время для устранения вышеуказанных недостатков, нами проводится изучение физико-химических свойств различного рода гранулированных материалов, которые возможно использовать для создания различного типа гранулированных подложек, а также для планировки поверхности с использованием данных подложек в качестве меры превентивного характера [8]. То есть в зависимости от вида, массы нефтепродукта, особенностей технологического процесса, погодных условий планировать поверхность с использованием гранулированных материалов. Эффективность данного метода проверятся в лабораторных условиях института

на примере использования керамзитового гравия при проливе нефтепродуктов. Данная работа направлена на уменьшение размеров взрывоопасных зон при аварийных проливах нефтепродукта. Используя подложки из керамзитовых материалов, удастся снизить испарение с поверхности пролива нефтепродукта. Планирование поверхности предлагаемым способом вносит значительный вклад в предотвращение каскадного развития аварийной ситуации.

Поэтому исследование, направленное на решение вопросов планировки поверхности в местах возможных разливов нефтепродуктов с использованием гранулированных материалов, позволит в значительной мере снизить воздействие опасных факторов пожара на людей и объекты. При подборе материалов для разрабатываемых подложек главную роль играют их физико-химические свойства, а именно на снижение термодинамических характеристик пламени и величины испарения нефтепродукта из-под слоя гранулированной подложки будут влиять размер зерен, объемный вес, влагопоглощение материала, термостойкость, а также способ размещения подложки, ее геометрические размеры. В зависимости от размера зерен гравий делят на следующие фракции: 5–10, 10–20 и 20–40 мм, зерна менее 5 мм относят к гравийному песку. В зависимости от объемного насыпного веса, кг/м^3 , гравий делят на марки от 150 до 800. Влагопоглощение гравия 8–20 %, термостойкость до 1200°C . Для первоначальных лабораторных исследований поведения подложек из гранулированных материалов при проливах нефтепродукта с последующим возгоранием были использованы подложки из керамзитового гравия. К факторам, влияющим на площадь растекания нефтепродукта, относят расход, продолжительность истечения, плотность нефтепродукта и др. При этом одним из ключевых факторов является коэффициент растекания нефтепродукта, который зависит от вида поверхности. Так, для упрощения расчетов приведены коэффициенты растекания нефтепродукта по различным поверхностям. Эти коэффициенты используются в известной формуле по определению площади растекания. Приведенные коэффициенты растекания главным образом зависят от величины впитывания нефтепродукта в поверхность пролива. При этом впитывание нефтепродукта в поверхность пролива зависит от структуры поверхности. Существуют физико-математические модели и методы расчета линейных размеров и площади зеркала аварийных разливов нефти при аварийном проливе нефтепродукта. Характерный размер растекания горючих жидкостей на стандартной поверхности выражается произведением степенных функций критерия Галилея и критерия гомохронности.

Для оценки размера зеркала разлива нефтепродукта на подстилающей поверхности используется зависимость характерного размера растекания от продолжительности, вязкости, объема и расхода вытекающей при аварии горючей жидкости, а также структуры подстилающей поверхности. В ряде случаев достаточно ограниченно приведены значения коэффициентов растекания на поверхности. Так, имеются данные коэффициенты для грунта, бетона, плитки и асфальта. При этом не выведены подобные коэффициенты для поверхности, состоящей из гранулированных материалов, например, на

подложке из керамзитового гравия. В обзорах математических моделей растекания горючих жидкостей на горизонтальной поверхности показано, что для оценки площади разлива более целесообразно использовать эмпирические зависимости. Здесь следует отметить, что, во-первых, в действительности наблюдаемая толщина слоя будет меньше за счет впитывания жидкости в грунт; во-вторых, наличие даже небольших неровностей на грунте (впадин) приведет к их заполнению и увеличению средней толщины слоя жидкости, а значит, и к уменьшению площади разлива. Процессы впитывания нефтепродуктов в спланированную поверхность изучены недостаточно. При планировании поверхности гранулированными материалами, рассмотренными выше, подложка всплывает, тем самым покрывая всю площадь пролива. Одной из ключевых задач в таком планировании является уменьшение испарения нефтепродукта при растекании на гранулированную подложку. Существующие физико-математические модели и методы расчета размеров и площади зеркала аварийных разливов нефтепродукта не работают в данных условиях. Проводимое исследование направлено на определение оптимального состава гранулированной подложки для использования при проектировании наружных технологических установок, где обращаются нефтепродукты, а также на действующих установках, где есть возможность перепланировки на основе риска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Khabibullaev A.J., Muxamedgaliyev B.A. The mathematical modeling of a proses evaporation and condensation of a vapors oil production //Science and Education in Karakalpakstan. – Nukus, 2018. – № 1. –Р. 26–31 (05.00.00; № 14).
2. Хабибуллаев А.Ж. Разработка способов и систем улавливания паров нефтепродуктов // Вестник Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан. – Нукус, 2018. – № 2 (251). – С. 22–25 (05.00.00; № 10).
3. Jonson R., Fenimore D. Fire and flammability woods// Jour.Amer.chem.soc. A3,1999, p. 460–467.
4. Schvenker R.F., Pasku E. Chemically modifying cellulose for flame resistanse. Industial and Engineering Chmistry.1998, № 1. p. 96–99.
5. Helado C.J. Flammability Handbook for plastic. Stanford, 1999, 164 p.
6. Eickner H.W. Basic Research on the pyrolysis and combustion of wood. «Forest products Journal», 1992, 12, № 4, p. 194–199.
7. Shen K.C., Fing D.P. New metod Making particleboard Fire retardant. Forest Product Journal. 1971. 22. № 8. p. 46–52.
8. Хабибуллаев А.Ж., Мухамедгалиев Б.А. Расчет термодинамики сгорания углеводород воздушных смесей // Вестник Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан. – Нукус, 2018. –№ 2 (251). – С. 19–22 (05.00.00; № 10).

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ И ДЫМООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Нурзова З.А.¹, Абдукадиров Ф.Б.²

1–Ташкентская медицинская академия, 2–ТАСУ

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

На практике дымообразующую способность материалов оценивают по максимальной величине оптической плотности дыма в расчете на единицу площади образца – D_s^{\max} или на единицу начальной массы образца – D_m^{\max} , либо в расчете на потерю массы образца за период испытания – $D_{\Delta m}^{\max}$. В отличие от последних двух величин, D_m^{\max} является безразмерной величиной, применяется в методе ASTM E-662 [3].

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/м². 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. Показатель D_m^{\max} сначала растет с повышением интенсивности теплового потока до $qe'' = 20\text{--}25 \text{ кВт/м}^2$, а затем уменьшается. Экстремум на кривых зависимости $D_m^{\max} = f(qe'')$ обусловлен самовоспламенением образцов. 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 результатов следует, что лиственные породы древесины обнаруживают более низкие значения критической плотности самовоспламенения ($q_{кр.св}'' = 20\text{--}22 \text{ кВт/м}^2$), чем ее хвойные разновидности ($\sim 25 \text{ кВт/м}^2$). 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 (от 853 до 1066 $\text{м}^2/\text{кг}$). После самовоспламенения древесных материалов происходит довольно резкое снижение коэффициента дымообразования с повышением плотности теплового потока. При $qe'' = 35 \text{ кВт/м}^2$ он уменьшается в несколько раз. Однако, полученные значения D_m^{\max} (163–570 $\text{м}^2/\text{кг}$) остаются более высокими, чем фиксируемые при пламенном режиме с локальным инициирующим источником зажигания. По-видимому, этот факт связан с разницей в условиях накопления в предпламенной зоне горючих продуктов разложения древесины до их нижнего концентрационного предела и нагрева газовой фазы до соответствующей температуры. В пользу этого предположения говорит сравнение времени самовоспламенения и воспламенения (при наличии плотного пламени в качестве источника зажигания) образцов сосны при тепловом потоке одинаковой плотности, равной 30 кВт/м^2 :

$$\tau_{св} = 70 \text{ с} > \tau_{в} = 23 \text{ с}$$

С увеличением плотности теплового потока до 35 кВт/м^2 сглаживается разница в дымообразующей способности исследуемых видов древесины. Однако, отмеченная выше по параметру $q_{кр.св}''$ общая тенденция все еще сохраняется: древесина хвойных пород, гуза-паи, карагач и сосны имеют более высокие значения D_m^{\max} , чем древесина лиственных пород.

Отсюда следует вывод, что не порода (мягкая или твердая) древесины является решающим фактором в образовании дыма при горении, а скорее – относительное содержание основных компонентов в ее составе. 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. Дымовые газы, образующиеся при горении древесины, помимо сажи содержат большое количество разных токсичных веществ. Сочетание сильной задымленности и токсичности продуктов горения при возникновении пожара создает не только большую угрозу для людей, находящихся в зданиях, но и затрудняет проведение работ по спасению людей и тушению пожара. Предсказать, какие типы и количества токсичных продуктов будут выделяться при горении древесины, кроме стеблей хлопчатника пока очень сложно. Поэтому токсичность дымовых газов определяли опытным путем.

Существует два подхода к оценке токсичности дымовых газов: аналитический химический метод и биологический метод оценки летальности животных за 30 мин. период их пребывания в дымогазовой атмосфере испытательной камеры и последующие 14 суток пост-эффекта [4]. Хотя большое число соединений найдено в дымовых газах при горении древесины, в методах оценки пожарной опасности по токсичности продуктов, основанных на аналитическом подходе, внимание было сосредоточено главным образом на наличие CO , CO_2 и убыль концентрации кислорода.

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 плотностью $10-65 \text{ кВт/м}^2$, 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 $450-550 \text{ }^\circ\text{C}$ токсичность продуктов горения образцов древесины самая высокая (HCL_{50} находится в пределах $20-33 \text{ г/м}^3$). 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 60–65 кВт/м² (соответствует температуре 700–750 °С) 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 НСL₅₀ образцов древесины саксаула и тополя, несмотря на относительно близкие значения их плотности (490 и 430 кг/м³). В то же время, по этому показателю образец карагача (ρ=400 кг/м³) ближе по характеру поведения к сосновой древесине (ρ=450 кг/м³). 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 производство строительных конструкции 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.
4. Арифжанова М., Аюпова М., Усманова Г. Метод биоиндикации вредных выбросов в окружающей среде. Сб.научных трудов Респ.научно-технич.конференции «Аналитическая химия», Термез, май, 2014 г. стр.43–44.

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ, ЗАЩИЩЕННЫХ ОГНЕСТОЙКИМИ ПОДВЕСНЫМИ ПОТОЛКАМИ

Полева И. И.¹, Нехань Д. С.¹, Жамойдик С. М.²

¹ Университет гражданской защиты

² ООО «ПожТехЭксперт»

Применение железобетонных строительных конструкций с уменьшенными параметрами поперечных сечений, повышенной прочностью бетона и предварительным напряжением арматуры приводит к более скорому наступлению предельных состояний указанных конструкций по огнестойкости. Основным направлением защиты, увеличивающим предел огнестойкости

железобетонных конструкций, является снижение интенсивности их нагрева за счет повышения толщины защитного слоя бетона, толщины их сечения [1, 2], а также использования конструктивной огнезащиты, в том числе из огнестойких гипсовых плит [3–5].

При использовании огнестойких подвесных потолков за предел огнестойкости горизонтальных конструкций, защищенных огнестойкими подвесными потолками, как правило, принимается предел огнестойкости подвесного потолка. Таким образом, игнорируется собственная огнестойкость защищаемой конструкции.

В настоящей работе предлагается оценить огнестойкость железобетонной плиты, защищенной огнестойкими подвесными потолками, с учетом критической температуры арматуры. Для этого выполнено моделирование нагрева железобетонных плит с огнестойкими подвесными потолками в программном комплексе *Ansys Workbench* и получено распределение температур по сечению плит с учетом двух этапов их нагрева. Первый этап – нагрев железобетонной конструкции с учетом защиты огнестойким подвесным потолком. Второй этап – нагрев железобетонного сечения после достижения предельного состояния по огнестойкости подвесного потолка, до момента достижения предельного состояния по огнестойкости защищаемой конструкции.

Для сплошных железобетонных плит, защищенных огнестойким подвесным потолком, были построены их модели, определены теплофизические характеристики бетона, назначены начальные и граничные условия теплообмена, выполнено моделирование нагрева и определены минимальные параметры, обеспечивающие предел огнестойкости железобетонных плит, защищенных огнестойкими подвесными потолками с учетом расположения арматуры и ее критической температуры.

Для разработанных моделей были приняты следующие допущения:

– наступление предельного состояния огнестойкого подвесного потолка принято в момент достижения температуры на необогреваемой поверхности 200 °С;

– момент времени достижения на необогреваемой поверхности огнестойкого подвесного потолка температуры 200 °С принят равным времени наступления предела огнестойкости подвесного потолка с учетом приведения результатов огневых испытаний к стандартному ряду по огнестойкости: 45, 60 и 90 мин;

– между огнестойким подвесным потолком и защищаемой конструкцией принято наличие воздушного пространства;

– до момента наступления предела огнестойкости подвесного потолка теплообмен осуществляется между необогреваемой поверхностью огнестойкого подвесного потолка и обращенной к ней поверхностью железобетонной плиты.

Моделируемые железобетонные плиты имеют следующие геометрические размеры: ширина 1000 мм, длина принята равной ширине одной ячейки (призматической формы) и составляет 5 мм, толщина плит 80, 120, 150 и 200 мм.

Огнестойкий подвесной потолок учтен в моделировании путем задания теплового потока на нижнюю (нагреваемую) поверхность железобетонной плиты

в течение промежутка времени, соответствующего пределу огнестойкости подвесного потолка, отличного от теплового потока при стандартном огневом воздействии по [6].

Свойства бетона и плит огнестойкого потолка, а также начальные условия теплообмена заданы в соответствии с [2] и [7]. В качестве граничных условий установлено:

– теплообмен между огневой средой пожара (после наступления предела огнестойкости подвесного потолка) и нижней (нагреваемой) поверхностью железобетонной плиты, а также ее необогреваемой поверхностью и окружающей средой описан через граничные условия 3-го рода. Степень черноты поверхности принята равной 0,7 для бетона [2], 0,8 – для плит подвесного потолка [6] и 1,0 – для пламени (огневой среды) [6];

– для теплового воздействия на железобетонную плиту от начала пожара до момента наступления предела огнестойкости подвесного потолка теплообмен между подвесным потолком и нижней поверхностью плиты задан через граничные условия 3-го рода с учетом того что в течение промежутка времени, соответствующего пределу огнестойкости подвесного потолка, температура на необогреваемой поверхности плит подвесного потолка равна 200 °С, без учета конвективной составляющей теплообмена;

– после наступления предела огнестойкости подвесного потолка на поверхность железобетонной конструкции задается тепловое воздействие в соответствии со стандартным температурным режимом по [6], а теплообмен между нижней поверхностью плиты и огневой средой описывается через граничные условия 3-го рода с учетом того, что коэффициент теплоотдачи конвекцией от огневой среды к поверхности конструкции составляет 25 Вт/м²;

– потерями теплоты по торцам конструкции (по длине) в запас безопасности пренебрегали.

В модели указанной конструктивной схемы принято время ее нагрева при стандартном огневом воздействии принято в диапазоне от 60 до 180 мин. В результате моделирования для рассматриваемых сечений определено температурное поле для заданных моментов времени. На заданные моменты времени определялось расстояние от нагреваемой поверхности железобетонной плиты до точки, в которой достигнута критическая температура арматуры (350...500 °С). Указанное расстояние принимается минимально необходимым для обеспечения предела огнестойкости по потере несущей способности железобетонной плиты (предельное состояние R), защищенной огнестойким подвесным потолком.

Для определения предела огнестойкости железобетонных плит с учетом огнестойкого подвесного потолка по предельному состоянию EI принято, что предельное состояние E наступает не ранее, чем предельное состояние I . За время наступления предельного состояния I с учетом начальной температуры 20 °С принято время достижения на необогреваемой поверхности плиты средней температуры 160 °С [1].

Результаты моделирования и оценки минимальных параметров плит, защищенных огнестойкими подвесными потолками, необходимые для

обеспечения их пределов огнестойкости по предельным состояниям *EI* и *R* приведены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1. – Минимальная толщина железобетонных плит, защищенных огнестойкими подвесными потолками, для обеспечения предела огнестойкости по предельным состояниям *EI*

Предел огнестойкости подвесного потолка	Предел огнестойкости железобетонной плиты при толщине, мм		
	от 80 до 100	от 100 до 120	120 и более
EI45–EI60	EI 90	EI 120	EI 150
EI90	EI 120	EI 150	EI 180

Таблица 2. – Минимальное расстояние от нагреваемой поверхности до оси арматуры железобетонных плит, защищенных огнестойкими подвесными потолками, для обеспечения предела огнестойкости по предельному состоянию *R*

Предел огнестойкости подвесного потолка	Критическая температура арматуры, °С	Минимальное расстояние до оси арматуры, мм, обеспечивающее предел огнестойкости системы				
		R60	R90	R120	R150	R180
Сплошные железобетонные плиты толщиной от 80 до 120 мм						
EI45	350	18*	34	50	69	–**
	400	15*	30	43	58	72
	500	–*	22*	32	42	53
EI60	350	–*	28	43	60	79
	400	–*	24*	37	51	66
	500	–*	18*	28	38	48
EI90	230	–*	–*	43	69	–**
	350	–*	–*	30	46	65
	400	–*	–*	26	40	55
	500	–*	–*	20*	30	41
Сплошные железобетонные плиты толщиной 120 мм и более						
EI45	350	18*	34	46	56	67
	400	15*	29	40	49	58
	500	–*	22*	30	38	45
EI60	230	–*	40	58	73	89
	350	–*	28	41	52	63
	400	–*	24*	36	46	55
	500	–*	18*	27	35	43
EI90	350	–*	–*	30	44	55
	400	–*	–*	26	38	48
	500	–*	–*	20*	29	37

Примечание: * – предел огнестойкости достигается независимо от расстояния до оси арматуры; ** – предел огнестойкости с учетом параметров, используемых в таблице, не обеспечивается.

Огнестойкость железобетонных плит считается обеспеченной, если параметры конструкции соответствуют приведенным в таблицах 1 и 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительные конструкции. Порядок расчета пределов огнестойкости: ТКП 45-2.02-110-2008 (02250). – Введ. 01.01.09 (с отменой на территории Респ. Беларусь П1-02 к СНБ 2.02.01-98). – Минск : Мин-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2008. – 135 с.
2. Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-2. Общие правила определения огнестойкости : ТКП EN 1992-1-2-2009 (02250). – Введ. 01.01.10. – Минск : Мин-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 96 с.
3. КС 10.07/2010. Технологический регламент каркасной огнезащитной облицовки колонн из плит КНАУФ-Файерборд толщиной 20 мм. – М. : ООО «Кнауф-сервис», 2010. – 4 с.
4. КС 10.07/2010. Технологический регламент каркасной огнезащитной облицовки колонн из плит КНАУФ-Файерборд толщиной 40 мм. – М. : ООО «Кнауф-сервис», 2010. – 4 с.
5. КС 19.07/2011. Технологический регламент каркасной огнезащитной облицовки колонн из плит КНАУФ-Файерборд толщиной 52.5 мм. – М. : ООО «Кнауф-сервис», 2011. – 4 с.
6. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости : СН 2.01.03-2019. – Введ. 01.01.10 (с отменой ТКП EN 1991-1-2-2009 (02250)). – Минск: Минстройархитектуры, 2020. – 43 с.
7. Огнестойкость современных строительных конструкций из железобетона : монография / И. И. Полевода, С. М. Жамойдик, Н. В. Зайнудинова, Д. С. Нехань : под ред. И. И. Полеводы. – Минск: Ун-т гражданской защиты, 2023. – 420 с.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Сысоева Е.В., Козловская Н.В., Попов С.Ю.

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Литейное производство – отрасль с повышенным профессиональным риском. В процессе производства отливок работники подвергаются опасным и вредным факторам, что может привести к заболеваниям и несчастным случаям. Технологии и материалы, используемые в литейном производстве, могут быть опасными для работников и окружающей среды. Это связано с возникновением: загрязнения, контаминации, шума и других факторов, вредных для здоровья и окружающей среды. Эпидемиологические исследования свидетельствуют о повышенном риске рака легких и желудочно-кишечного тракта, предстательной железы, почек и гематологических заболеваний среди работников литейного производства.

На многих рабочих местах в литейном производстве наблюдается значительная концентрация вредных и тяжелых факторов. В зависимости от

типа литейного производства, применяемых технологий, сырья, машин и оборудования это связано с:

загрязнение воздуха пылью: респираторной, содержащей свободный кристаллический кремнезем и оксиды металлов; содержащей углекислый газ, сернистый газ и оксиды азота; органические вещества, включая полициклические ароматические углеводороды, фенол, толуол и ксилол, получаемые в результате добавления масс и связующих веществ.

шум, вибрация,

высокая температура;

значительные энергозатраты работников.

Пыль, возникающая при массовой обработке, формовке, изготовлении стержней, штамповке, очистке и отделке отливок, является важной проблемой. Она содержит свободный кристаллический кремнезем, который оказывает негативное воздействие на организм работников. Помимо перечисленных проблем, существует также фактор в виде: высокой трудоемкости и тяжести выполнения многих операций технологического процесса изготовления отливок, например, регенерации и обработки формовочной и стержневой смесей, ручной формовки, плавки, заливки жидкого металла в форму, разбивки, очистки и отделки отливок. Литейное производство создает опасности для рабочего места и окружающей среды.

Формовочные и стержневые пески, используемые в производственных процессах, содержат химические соединения, опасные для окружающей среды. После использования они попадают на специальные полигоны. В литейном цехе условия труда тяжелые из-за шума, вибрации, пыли и высокой температуры. Организация рабочего места и внутренняя логистика также влияют на условия труда. Проблемы включают отсутствие порядка, плохое освещение и распространение вредных факторов между рабочими местами. Эти угрозы могут вызывать профессиональные заболевания у работников литейного производства. Наиболее распространенными заболеваниями являются: пневмокониоз, хронический бронхит, вибрационная установка, поражение слуха, инфекция дыхательных путей, кожные заболевания.

Согласно оценкам, представленным Государственной инспекцией труда, шум в литейной промышленности является одной из самых больших промышленных угроз и составляет 45 % всех угроз. На втором месте только 25 % – загрязнение, затем 6 % – токсичные соединения, 7 % – вибрация и 25 % – другие факторы производственной среды (механические вредности, освещение, микроклимат, биологическое загрязнение, электромагнитное поле и т.д.). Машины и аппараты, используемые в литейном производстве, являются самыми шумными в промышленности.

Уровень шума достигает от 90 до 125 дБ (А), превышая допустимые нормы и создавая опасность для рабочей среды. Это приводит к несчастным случаям, травмам, отсутствию на работе и плохой производительности. Литейные производства различаются не только по технологии, но и по организации работ. На всех этапах процесса существуют разные уровни профессионального риска, связанные с накоплением вредных и опасных факторов.



Рисунок 1. – Блок-схема литейных процессов

Было проведено исследование, которое было разделено на несколько направлений:

- 1) Анализ зарегистрированных несчастных случаев и потенциально опасных событий.
- 2) Анализ документации (обучение, оценка профессиональных рисков, даты медицинских осмотров, документация по контролю за рабочими местами, документация по обслуживанию машин и оборудования и т.д.).
- 3) Фактическое состояние рабочих мест и санитарно-гигиенических помещений.
- 4) Оценка состояния знаний об опасностях и вредных факторах в литейном цехе (на рабочих местах).
- 5) Уровень контроля и регистрации вредных факторов.

Службы охраны труда в научно-исследовательских учреждениях работают в соответствии с законодательством. Они проводят обучение по охране труда, оценивают профессиональный риск и контролируют проведение медицинских осмотров.

В литейных цехах были обнаружены пробелы в оценке рисков и инструкциях по охране труда. Карты оценки рисков составлялись в общем виде, без учета конкретных условий работы. Это привело к отсутствию информации о вредных факторах и их допустимом уровне проявления. Также выявлено, что инструкции по охране труда не соответствуют фактическому состоянию рабочих мест и содержат устаревшую информацию.

Состояние рабочих помещений и санитарно-гигиенических помещений соответствует нормам, однако на рабочих местах имеются проблемы, такие как блокирование путей эвакуации и беспорядок. Машины и оборудование не соответствуют требованиям по охране труда и не имеют достаточной защиты от вредных факторов, таких как движущиеся части станков и опасные химические вещества.

На основании данных, полученных на проверенных литейных предприятиях, а также опросов работников и руководства, следует констатировать, что не все потенциально опасные события и мелкие аварии регистрируются. Для литейных цехов была выявлена следующая структура аварий и потенциально опасных событий в процентном выражении:

удары, захваты, раздавливание машинами и их деталями, устройствами и инструментами (38 %);

ожоги – контакт человека с жидким металлом и шлаком (19 %);

удар, раздавливание материальными факторами, перемещаемыми механизированным или ручным способом (17 %);

удар, раздавливание падающим, рассыпающимся материальным фактором (11 %); падение с высоты (7 %);

контакт работника с опасными и вредными химическими веществами (7 %);

взрыв, пожар (1 %).

Причина аварий определяется как совокупность условий, необходимых для наступления заданного эффекта. При анализе причин аварий отбрасываются условия, не влияющие на возникновение эффекта. Проблема рассматривается с использованием модели "человек-машина" и анализируются факторы, вызывающие помехи в ее функционировании. Улучшение условий труда в литейном производстве может быть связано с инвестициями и другими областями выгоды для компании. Требования законодательства не всегда могут быть включены в инвестиционные планы. Чтобы повысить безопасность литейных производств, целесообразно проводить профилактические мероприятия и обратить внимание на подготовку производственных процессов и техническое обслуживание. Внедрение диагностических и контрольных мероприятий также полезно. Трансформация 4.0 – это серьезный вызов для литейной промышленности, в которую также вступает литейное производство. Подобный подход может быть полезен и в аналогичных опасных средах, например, при лазерной обработке, биотехнологиях, производстве сплавов или утилизации отходов. Указанные факторы риска должны учитываться в системах поддержки принятия решений с дополнительной оценкой и анализом неопределенности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Минтруда России № 692н от 25 октября 2022 г. «Об утверждении профессионального стандарта «Литейщик цветных металлов и сплавов»
2. Лазаренков А.М. Условия труда работающих литейных цехах // Литье и металлургия. 2018. № 4. С 160–164.

3. Лазаренков А.М. Исследование влияния условий труда на показатели травматизма в литейном производстве // Литье и металлургия. 2019. № 2. С 129–132.

4. Монографии МАИР по оценке канцерогенного риска химических веществ для человека. Лион, 1987, т.7.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУР ПРИ ГОРЕНИИ ФРАГМЕНТА ДВУСКАТНОЙ КРОВЛИ, ВЫПОЛНЕННОЙ ИЗ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Тетерюков А.В.

Университет гражданской защиты

При нормировании расстояний между зданиями и сооружениями в обязательном порядке учитываются технико-экономические, противопожарные, санитарно-гигиенические и другие требования [1].

Как известно в ряде пожаров происходит распространение пламени не только внутри здания, но и на соседние строения. Для предотвращения распространения пожара при проектировании генеральных планов промышленных предприятий и территорий населенных пунктов предусматривают противопожарные разрывы [2].

Противопожарные разрывы исторически являются одним из первых противопожарных мероприятий, появившихся в истории противопожарного нормирования. Во многом они были вызваны крупнейшими пожарами в истории, охватывавшими целые города: Великий пожар Рима (64 год), пожары в Амстердаме (1421 и 1452 годы), Великий пожар в Лондоне (сгорело более 13 000 построек, 1666 год), пожар в Петербурге (ориентировочно погибло 500 человек, 1727 год), Копенгагенский пожар (сгорело треть построек города, 1728 год), пожар в Лиссабоне (после землетрясения, сгорел весь город, ориентировочно погибло 90 000 человек, 1755 год), Великий пожар в Нью-Йорке (1776 год), Московский пожар (1812 год), Великий пожар в Чикаго (за три дня сгорело практически половина города, 1871 год), пожар в Зимнем дворце (1837 год), Великий пожар в Бостоне (1872 год).

Анализ пожаров по Республике Беларусь показал, что в среднем за год вследствие несоблюдения противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями происходит 245 пожаров, несмотря на некоторое ежегодное снижение числа пожаров общих, прямой и косвенный ущерб с каждым годом увеличиваются, в связи с увеличением стоимости строительства зданий и сооружений [3]. Несоблюдение противопожарных разрывов иногда приводит к распространению пламени на целые населенные пункты, часто это усиливается палом сухой растительности, либо лесными пожарами. Яркими примерами являются пожары, которые произошли 24 марта 2015 года в деревне

Клетное Борисовского района – сгорели 4 дома и 8 сараев, а также 7 апреля 2020 года в Щучинском районе в деревне Нарчи – сгорело более 20 домов.

Все вышеизложенное свидетельствует, что мероприятия, направленные на ограничение распространения пожара и обеспечения успешного его тушения путем обеспечения нормируемых противопожарных разрывов – является важным аспектом обеспечения пожарной безопасности зданий.

Современные здания и сооружения возводятся с использованием различных негорючих материалов (бетон, металл), однако отделка строительных конструкций, заполнение проемов в наружных ограждающих конструкциях, а также материалы кровельного пирога зачастую выполнены из горючих материалов, что в свою очередь может способствовать распространению пожара на соседние здания и сооружения.

Одним из проблемных вопросов при расчете противопожарных разрывов между индивидуальными жилыми домами является определение геометрических и теплофизических параметров от двускатной кровли, выполненной из горючих материалов. Существующие методики [1, 4–6] позволяют определять данный параметр, принимая излучающую поверхность только в качестве прямоугольника, при этом ширина пламени принимается равной длине фасада, а высота – как геометрическая высота здания до конька крыши. Указанное допущение значительно увеличивает расчетную площадь излучающей поверхности.

С целью уточнения вышеизложенных параметров были проведены натурные экспериментальные исследования по определению температуры излучающей поверхности экспериментального фрагмента (T_r); распределение температур (T_n) на различных расстояниях от плоскости излучающей поверхности экспериментального фрагмента; значения плотности теплового потока (q_f); геометрические параметры пламени на основании фото- и видеосъемки; время обрушения экспериментального фрагмента (τ_o).

Для фиксации распределения температур на различных расстояниях от экспериментального фрагмента с двух сторон были установлены поля с термоэлектрическими преобразователями (рис. 1).

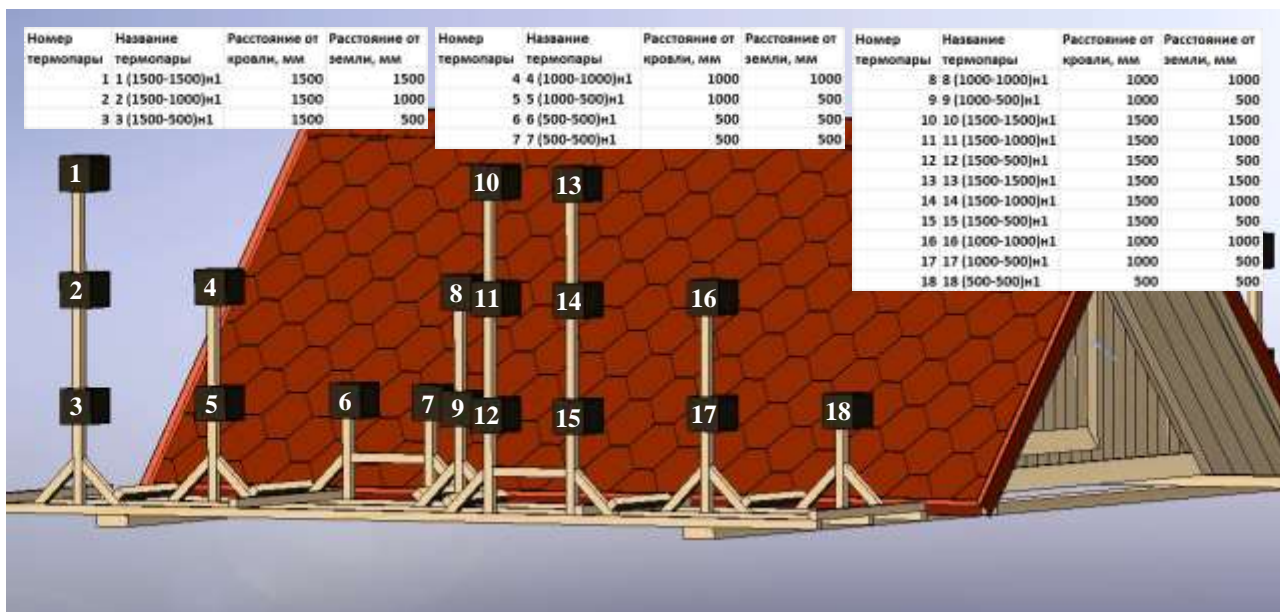


Рисунок 1. – Размещение термоэлектрических преобразователей

После обработки полученных значений выяснилось, что максимальные значения температур на термоэлектрических преобразователях были зафиксированы на 54 минуте проведения экспериментального исследования. Как и предполагалось, максимальное значение температуры было получено на восьмом термоэлектрическом преобразователе, согласно схеме, представленной выше (рис. 2), так как данное место регистрации расположено в геометрическом центре проекции экспериментального образца.

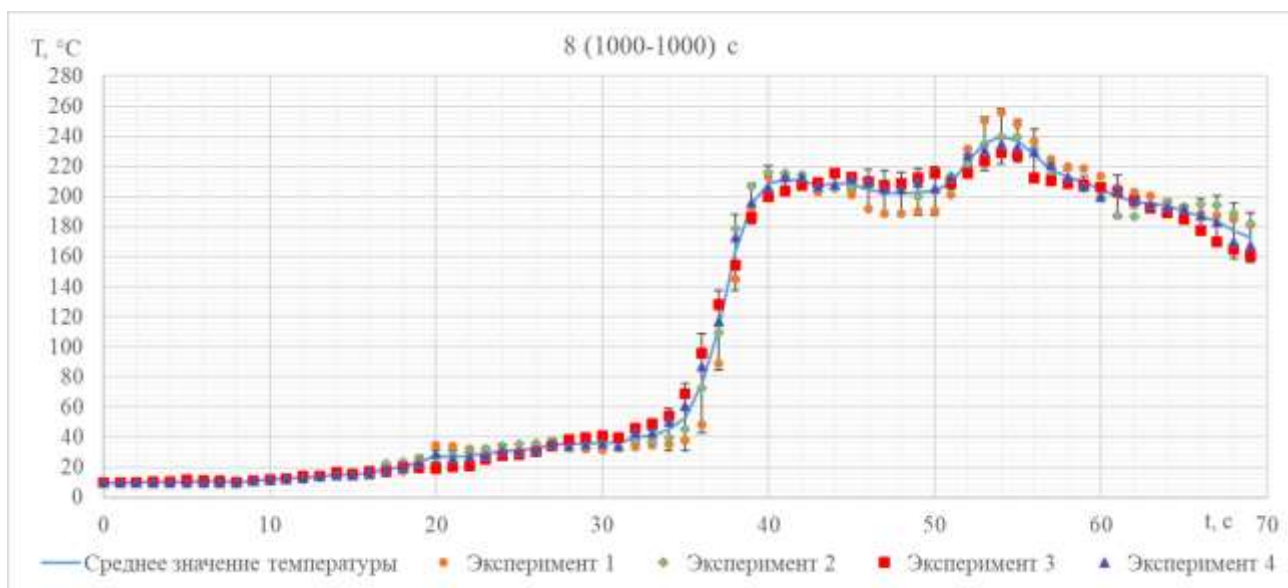


Рисунок 2. – Экспериментальные значения температуры

При проведении экспериментального исследования фиксировалась плотность теплового потока, таким образом при наличии экспериментальных данных значения температур на различных расстояниях от фрагмента двускатной кровли, выполненной из горючих материалов, возможно получить и значения плотности теплового потока.

Валидация экспериментальных данных, полученных при горении экспериментального фрагмента, с компьютерной моделью, позволит откорректировать методику определения противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ройтман, М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве / М.Я. Ройтман. – М.: Стройиздат, 1985. – 590 с.
2. Пастухов, С.М. Анализ подходов по оценке минимально допустимых расстояний между зданиями при воздействии пожара / С.М. Пастухов, С.М. Жамойдик, А.В. Тетерюков // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2014. – № 2 (20). – С. 23–31.
3. Пастухов, С.М. Методика проведения экспериментальных исследований по определению геометрических параметров пламени при горении кровельных материалов / С.М. Пастухов, А.В. Тетерюков // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 2. – С. 176–185. DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-2.176.
4. Пожарная профилактика в строительстве: учебник / Б.В. Грушевский [и др.]; под ред. В.Ф. Кудаленкина. – М., 1985. – 454 с.
5. Carlsson, E. External fire spread to adjoining buildings – A review of fire safety design guidance and related research / E. Carlsson. – Lund: Department of Fire Safety Engineering Lund University, 1999. – 125 p.
6. Karlsson, B. Enclosure Fire Dynamics / B. Karlsson, J.G. Quintiere. – Boca Raton: CRC Press, 2000. – 316 p.

НЕКОТОРЫЕ ОГНЕ-ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА

Тошпулатова М.Т., Мухидова З.Ш., Пулатова Э.К.

Филиал Астраханского ГТУ в Ташкентской области

Прочность полимерных композиционных материалов (ПКМ) зависит от целого ряда физико-химических и технологических факторов, тесно связанных друг с другом. Ключевую роль в обеспечении прочности таких материалов играет адгезионная прочность соединения «вермикулит – ячейка» (то) в элементарной ячейке композита. Переходная зона, возникающая между адгезивом (связующим) и наполнителем (вермикулитом), является одним из важных элементов адгезионного соединения. Она отражает способность компонентов к взаимопроникновению, химическому и межмолекулярному взаимодействию и т.д.

Именно в ней создаются дефекты, а ее структура и надмолекулярная прочность определяют механизм деформации, появление трещин и характер разрушения [1, 3].

Наиболее эффективным способом регулирования адгезионной прочности является, помимо модифицирования полимерного связующего, его электрофизическая модификация. На основании результатов исследований, представленных в работе [2] установлено влияние нетеплового воздействия СВЧ электромагнитного излучения на структуру полимерного материала, которое увеличивает кинетическую гибкость цепи полимера (эпоксидного компаунда) и обеспечивает конформационные превращения в его структуре, заключающиеся в изменении плотности молекулярной упаковки, что дает увеличение прочности клеевого соединения.

Электрофизическое воздействие электромагнитного поля СВЧ также может положительно влиять на адгезионные и когезионные свойства связующего на основе натриевого жидкого стекла, применяемого в производстве вермикулитовых плит. В пользу данного предположения об изменении внутренней структуры полимера выступает также теория электромагнитного излучения (электромагнитные волны) распространяющегося в пространстве возмущения «магнитных полей». Электромагнитное поле СВЧ воздействует только на дипольные молекулы – с «плюсом» на одном конце и «минусом» на другом, что задает молекулам строгую ориентацию вдоль собственных силовых линий, при этом хаотически расположенные молекулы, разворачиваясь, дополняют друг друга величиной заряда, тем самым увеличивают полярность. Для проверки выдвинутого предложения были проведены эксперименты по склеиванию вспученного вермикулита с применением натриевого жидкого стекла и наполнителей.

Образцы готовили в стандартных разъемных формах, рассчитанные на три образца в виде параллелепипеда ("балочки") размером 40x40x160 мм. Дозированный вермикулит и наполнители, предварительно нагретые до 30°С теплым воздухом, высыпают последовательно в работающую лопастную мешалку и перемешивают 3 минуты.

В перемешанную сухую смесь тонкими струйками вливают жидкое стекло, нагретое до 30 °С, до получения однородной сыпучей, полусухой смеси. Полученную формовочную массу высыпают в пресс-форму и прижимают с коэффициентом сжатия $K_{сж.}=2$ за 0,2 мин. При уплотнении плиты в пресс-форме продолжительность уплотнения составляет 0,2–1 мин. По окончании уплотнения производится срез излишек смеси ножом.

При сушке в нормальных условиях балочки обдувают с двух сторон перпендикулярно направленными струями воздуха при температуре 200 °С в течении 30 минут. Для охлаждения высушенные горячие балочки складывают в штабель и охлаждают воздухом при наложении на штабель пригруза с массой не менее 3-кратной массы штабелируемых балочек в течение не менее 16 ч.

При сушке с применением СВЧ-излучения балочки обдувают с двух сторон перпендикулярно направленными струями воздуха при температуре 200°С в течении 30 минут. После обдува балочки перемещают на прогрев СВЧ-излучением в течении 10 минут. Для охлаждения высушенные горячие балочки складывают в штабель и охлаждают воздухом при наложении на штабель груза с массой не менее 3-кратной массы штабелируемых балочек в течение не менее 16 ч. Образцы балок подвергали механическим испытаниям

согласно ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии». В связи с чем были определены следующие параметры:

1. Предел прочности при изгибе. Предел прочности, R_b МПа, определяли по формуле:

$$R_b = \frac{3P_{изг}L}{2bh^2}, [\text{МПа (кг/см}^2)],$$

где $P_{изг}$ – разрушающая нагрузка, Н (кг);

L – расстояние между опорами, м, (см);

b – ширина поперечного сечения балочки, м, (см);

h – высота поперечного сечения балочки, м, (см).

2. Предел прочности при сжатии. Предел прочности, $R_{сж}$ в МПа, рассчитывали по формуле:

$$R_{сж} = \frac{P_{сж}}{S}$$

где P – разрушающая нагрузка, Н(кг); S – площадь поперечного сечения образца, м², (см²).

В таблице 1 представлены результаты испытаний в сравнении с промышленными аналогами.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

При кратковременном воздействии электромагнитного поля СВЧ на систему «вермикулит – связующее» адгезионная прочность материала возрастает и вносит свой вклад в увеличении механических характеристик вермикулитовых плит.

Таблица 1

Результаты испытания образцов вермикулитовых балок

Наименование показателя	Параметры промышленного аналога (плита VIP-12, РФ)	Параметры образцов балок, нормальной сушки			Параметры образцов балок при сушке с применением СВЧ		
		№ 1	№ 2	№ 2	№ 1	№ 2	№ 3
Предел прочности при изгибе, МПа, (кгс/см ²)	3,0 (30,59)	5,88 (60)	5,70 (58,12)	5,79 (59,04)	13,0 (135)	13,80 (140,7)	12,74 (129,9)
Предел прочности при сжатии, МПа, (кгс/см ²)	15 (153)	80,9 (825)	81,4 (830)	78,8 (803,5)	122 (1250)	122 (1250)	120 (12224)

Механические параметры вермикулитовых плит возрастают при кратковременном воздействии электромагнитного поля СВЧ:
прочность при изгибе – на 51 %;

прочность при сжатии – на 42 %;

Таким образом, особенностью вермикулитовых плит как объекта нагрева с помощью СВЧ является то, что с электромагнитным излучением взаимодействует вода, содержащаяся в этих минералах.

Сравнительный анализ комплекса свойств вермикулитовых плит при кратковременном воздействии электромагнитного поля СВЧ выявил, что по механическим характеристикам разработанные композиции не уступают промышленным аналогам. СВЧ-нагрев позволяет достичь эффекта по изменению структуры и технологических свойств данных плит, включая экономическую эффективность применения электромагнитного поля СВЧ при расчете на затраченное время сушки, которая составляет не более 0,6 часов (40 мин) против 4 часов при нормальных условиях сушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чалых А.Е., Щербина А.А. Адгезия полимеров // Клеи. Герметики. Технологии, 2007, № 11. – С. 2–15.
2. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа. 4-е изд., стер. – М.: Лань, Ч. 1, 2002. – 440 с.
3. Чалых А.Е., Степаненко В.Ю., Щербина А.А., Балашова Е.Г. Адгезионные свойства сополимеров этилена и винилацетата // Клеи. Герметики. Технологии, 2008, № 7. – С. 2–10.
4. Богданова Ю.Г. Адгезия и ее роль в обеспечении прочности полимерных композитов – М.: МГУ, 2010. – 68 с.
5. Горбаткина Ю.А., Иванова-Мумжиева В.Г. Адгезионная способность сажанаполненных эпоксидов // Клеи. Герметики. Технологии, 2008, № 11. – С. 2–5.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Третьякова М.Л.

Белорусский государственный университет

Пожарная безопасность при перевозке опасных грузов на транспорте является ключевым аспектом обеспечения безопасности транспортной инфраструктуры и системы логистики. Перевозка опасных материалов представляет собой высокий риск, требующий не только строгого соблюдения правовых норм и стандартов, но и эффективных систем предотвращения и тушения пожаров, ликвидации чрезвычайных ситуаций. В данной статье рассмотрим основные аспекты обеспечения пожарной безопасности и ликвидации аварий при перевозке опасных грузов на транспорте.

Рассмотрим основные положения, касающиеся процесса перевозки опасных грузов и соблюдения всех основных требований по обеспечению пожарной безопасности процесса.

1. Характеристика опасных грузов.

Под опасными грузами понимаются объекты, которые при определенных условиях в ходе перевозки, погрузки, разгрузки или во время хранения могут нести угрозу жизни и здоровью находящихся рядом людей или окружающей среде [1].

В зависимости от вида и степени опасности груза установлены следующие классы опасных грузов:

- класс 1 – взрывчатые вещества и изделия;
- класс 2 – газы;
- класс 3 – легковоспламеняющиеся жидкости;
- класс 4.1 – легковоспламеняющиеся твердые вещества, самореактивные вещества и твердые десенсибилизированные взрывчатые вещества;
- класс 4.2 – вещества, способные к самовозгоранию;
- класс 4.3 – вещества, выделяющие легковоспламеняющиеся газы при соприкосновении с водой;
- класс 5.1 – окисляющие вещества;
- класс 5.2 – органические пероксиды;
- класс 6.1 – токсичные вещества;
- класс 6.2 – инфекционные вещества;
- класс 7 – радиоактивные материалы;
- класс 8 – коррозионные вещества;
- класс 9 – прочие опасные вещества и изделия.

2. Правовые и нормативные аспекты.

С 18 июля 2021 вступили в силу новые Правила, утвержденные постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 17 мая 2021 г. № 35. В данные правила вошли Правила по обеспечению безопасности перевозки опасных грузов, Инструкция о порядке учета аварий, и инцидентов, произошедших при перевозке опасных грузов, а также направления сведений о выполненных мероприятиях по их устранению в Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Инструкция о порядке технического расследования причин аварий и инцидентов, произошедших при перевозке опасных грузов, утв. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Также в сборник включены отдельные элементы Соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов.

3. Техническое обеспечение перевозок. Общие положения.

Для перевозки опасных грузов по территории Республики Беларусь должны применяться ТС, изготовленные по комплекту конструкторской или другой технической документации, утвержденному в установленном порядке, и допущенные к перевозке опасных грузов в соответствии с требованиями законодательства Республики Беларусь.

К перевозке опасных грузов допускается ТС при наличии:

- разрешения на допуск ТС к участию в дорожном движении;

- регистрационной карточки механического ТС1) , используемого для перевозки опасных грузов;
- свидетельства о допуске ТС к перевозке определенных опасных грузов;
- средств навигации на механическом ТС в соответствии с Положением о порядке оснащения средствами навигации объектов навигационной деятельности;
- устройства вызова экстренных оперативных служб на механическом ТС в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» [2].

4. Организация перевозки опасных грузов.

Перевозка опасных грузов включает такие основные аспекты:

- 1) разрешительная система при перевозке опасных грузов.
- Оформление документов при перевозке;
- 2) принятие опасных грузов к перевозке;
 - 3) требования к проведению погрузочно-разгрузочных работ;
 - 4) выбор и согласование маршрута перевозки опасных грузов;
 - 5) контроль скорости движения транспортного средства;
 - 6) наличие справочно-информационного обслуживания.

5. Ликвидация аварий, инцидентов и их последствий, связанных с перевозкой опасных грузов [2].

Руководители организаций (грузоотправители, грузоперевозчики, грузополучатели) могут создавать аварийно-спасательные бригады для ликвидации инцидентов, аварий и их последствий в соответствии с законодательством. О произошедшей аварии и инциденте с опасным грузом субъекты перевозки обязаны своевременно информировать в установленном порядке государственные органы/

При сопровождении опасного груза лицом, ответственным за безопасную перевозку, меры по ликвидации инцидента или аварии осуществляются с учетом его информации. При отсутствии транспортных документов (уничтожены во время инцидента или аварии, похищены, утеряны) сведения об опасном грузе можно установить по информационным таблицам, которыми обозначено ТС, и (или) по знакам опасности и надписям на таре и упаковках опасных веществ. По каждому факту возникновения инцидентов и аварий при перевозке опасных грузов проводится в установленном законодательством порядке техническое расследование их причин.

Таким образом, безопасность перевозки опасных грузов – это неотъемлемый и критически важный аспект современной логистики и транспортной инфраструктуры. Необходимость строгого соблюдения требований и стандартов в этой области обусловлена не только законодательными нормами, но и заботой о человеческой жизни, окружающей среде, имуществе, репутации компаний и экономической устойчивости.

Перевозка опасных грузов представляет собой повышенный риск, и нарушения в этом процессе могут привести к серьезным последствиям. Это включает в себя пожары, взрывы, загрязнение окружающей среды, потерю

человеческих жизней и финансовые убытки. Соблюдение высоких стандартов безопасности становится гарантом минимизации этих рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность перевозок опасных грузов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.bsut.by/> /.– Дата доступа: 09.12.2023.
2. Правила перевозки опасных грузов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.transinfo.by/knowledge_base/opasnie_gruzy.html /.– Дата доступа: 09.12.2023.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСАДОЧНОСТИ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАЗРУШЕНИЙ ПРИ ВЗРЫВАХ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

Рахимбабаева М.Ш., Жуманова С.Г., Рашидов Э.

Ташкентский архитектурно-строительный университет

Лессовые просадочные грунты как "геологическая среда" изучены достаточно хорошо. Но в практике строительства приходится сталкиваться с рядом проблем, касающихся расчета и проектирования оснований и фундаментов, возводимых на этих грунтах [1]. Известно, что при замачивании основания, сложенного лессовыми грунтами, возникают сложные деформации, в результате чего происходит повреждение зданий, а в некоторых случаях и полное их разрушение. Это происходит, прежде всего, в результате накопления ошибок, допускаемых на различных этапах изысканий, проектирования и строительства объектов. На наш взгляд, решение проблем, связанных с процессом инфильтрации воды и возникновения дополнительных деформаций лессовых грунтов, подлежит пересмотру и более глубокому осмыслению. Анализ повреждений зданий и сооружений, построенных на лессовых грунтах, как в Узбекистане, так и в других странах Центральной Азии, показывает, что здания с различными вариантами остова по-разному воспринимают неравномерные просадочные деформации [2]. Прочностные показатели основания из лессового грунта без учета замачивания с достаточной для практических расчетов точностью можно вычислить одним из распространенных методов основанном на линейной зависимости между напряжениями и деформациями. Определение прочностных характеристик основания с учетом возникновения в нем просадочных деформаций и поверхностей сдвигов является сложной инженерной задачей. Поэтому решение совместной задачи процессов инфильтрации воды в грунт имеет огромное практическое значение и, в соответствии с этим, является актуальным. Как показали проведенные нами исследования, сравнительно хорошо неравномерные деформации воспринимают крупнопанельные и каркасные здания с некоторой предельно допустимой жесткостью, определение которой требует дополнительных исследований. Сравнительно

плохо неравномерные деформации воспринимают кирпичные здания. Поэтому, на наш взгляд, кирпичные здания необходимо проектировать с большей жесткостью. По мнению проф. И.У.Касимова [3], жесткость кирпичных зданий можно увеличить введением смешанного каркаса или усилением стен железобетонными сердечниками. К сожалению, как показывает практика, увеличение жесткости удлиненных (здания конечной жесткости) кирпичных зданий таким способом ухудшает работу конструкций и приводит к возникновению концентрации напряжений в отдельных частях здания, особенно в узлах сопряжения. Поэтому требуется исследование таких смешанных конструкций на неравномерные просадочные деформации.

Сложной инженерной задачей является определение увлажнения грунта в зависимости от типа различных источников. Задача усложняется, если процесс инфильтрации воды рассматривается с учетом орто-тропности по проницаемости и экранирующего эффекта дневной поверхности земли. Решение этой проблемы потребовало провести лабораторные лотковые и широкомасштабные натурные исследования процессов инфильтрации воды, по результатам которых нами получены инженерные решения для одномерной, плоской и осе симметричных задач. Строительные свойства лессовых грунтов в значительной степени зависят от структурных его особенностей. Как показали проведенные нами исследования, в общем случае, структурное сложение лессовых грунтов, отобранных в горных, предгорных зонах и Ташкентской области, относятся к типичным алевритам, т.е. имеют рыхлую структуру, сложенную из песчаных и глинистых частиц и их агрегатов. Определение сложения структуры грунта производилось в лабораторных условиях с использованием бинокулярного микроскопа при 60 кратном увеличении изображения. Исследования в геотехнической лаборатории гранулометрического состава грунтов, отобранных из различных районов Ташкентской области, показали, что лессовые грунты состоят из кремнийсодержащих минералов с содержанием песчаных (менее 0,05 мм.) и пылеватых (0,05...0,005 мм.) частиц. Песчаные частицы (кварц, полевые шпаты и др.) представлены в виде зерен неправильной формы очертания. Такие глинистые минералы, как гидрослюды, представлены в виде пленчатой структуры. Анализ материалов, собранных нами по Бостанликскому району Ташкентской области, показывает, что основной причиной аварий зданий является неравномерная просадка основания в пределах здания, превышающая предельно допустимую величину.

Предельные величины разности осадок зависят от материала конструкций, конструктивной схемы, а также от габаритных размеров и планировочного решения здания, что существенно влияет на пространственную жесткость здания. Наблюдения показывают, что наиболее часто в результате неравномерной просадки повреждаются здания цельно кирпичные и со смешанным каркасом. Крупнопанельные здания, независимо от количества этажей, и каркасные здания неравномерные осадки основания воспринимают значительно лучше. В этих зданиях, обладающих достаточно большой пространственной жесткостью, при неравномерных просадках оснований часто возникают крены, и наблюдается появление трещин в стыках

соединения железобетонных панелей. В каркасных зданиях при неравномерных просадках основания трещины возникают, в основном в осадочных и деформационных швах, а также в перегородках. В некоторых случаях крен здания в местах осадочных швов и в местах примыкаемых зданий может вызвать разрушение несущих конструкций. Важно отметить, что практически все аварии, рассмотренные нами, произошли в результате замачивания активной зоны основания только с поверхности грунта.

Научная новизна проводимых нами исследований заключается в том, что впервые проведены комплексные исследование инженерно-геологических, строительных свойств и основных закономерностей водопроницаемости и деформирования лессовых грунтов Ташкентской области, являющимся крупным сельскохозяйственным и промышленным регионом республики Узбекистан. Исследованы работы грунтовых оснований, сложенных лессовыми просадочными грунтами и проведены натурные наблюдения за работой здания в условиях сложного деформирования основания. На основании лабораторных и крупномасштабных экспериментальных исследований произведены теоретические расчеты, позволяющие прогнозировать процессы инфильтрации и напряженно-деформированного состояния оснований зданий и сооружений при его локальном увлажнении. Проведена классификация лессовых грунтов Ташкентской области с учетом климатических, геоморфологических, геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий. Разработаны методики и предложены способы определения величин удельного сцепления, начального просадочного давления, коэффициента бокового давления и коэффициента влагопроводности лессовых грунтов. Полученные результаты научной работы были внедрены в учебный процесс кафедры «Геодезия, картография и кадастр» Ташкентского архитектурно-строительного института. Разработаны технологические регламенты и специальные рекомендации проектным и изыскательским организациям Республики Узбекистан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рахимбабаева М.Ш. Учебно-методический комплекс предмета «Основы инженерной геодезии», Ташкент. ТАСИ, 2019 г. – с. 290.
2. Рахимов В.Р. Мухандислик геодезия асослари». Ташкент. ФАН. 2018 г.– с. 268.
3. Касимов И.У. Архитектурное материаловедение. Ташкент. ТАСИ. 2012 г. – с. 342.

A NEW TECHNOLOGY OF EPOXY RESIN MODIFICATION NEW POLYMER FIRE-RETARDANTS

Rakhimbabaeva¹ M.SH., Mukhidova² Z.Sh., Mavlyanova¹ M.E.

1 – Tashkent University of Architecture and civil engineering

2 – Branch of Astrakhan State Technical University in Tashkent region

To obtain polymeric materials with improved properties, modification of large-capacity industrial polymers with small additions of other polymers or oligomers is widely used [1–2]. The introduction of small amounts of fine crystallization nuclei, thermoplastic elastomers, oligomeric and polymeric additives. The basis of the modification of polymers or oligomers by small additives laid down ideas about the significant influence of the supramolecular structure, as well as the conditions of the relaxation processes on the properties of polymers. In this case, there is a complex effect of additives on the structure and properties of polymers.

The use of polymer modifiers is promising from the point of view of preventing some undesirable processes characteristic of low molecular weight modifiers, as well as using them in small quantities. The compositions cured at room temperature. The samples of epoxy compositions prepared in this way were subjected to physic mechanical and chemical tests according to State Standards. The experiments used modern physicochemical research methods, such as IR, -MPR-, EPR-spectroscopy, elemental analysis. Thermogravimetric and DTA analysis, pycnometry to determine the density, etc. were used to determine the heat resistance of the samples.

In this aspect, it is of interest to develop a technology for modifying an epoxy resin synthesized by a phosphorus-containing polymer based on the interaction of phosphorous acid synthesized on the basis of the waste of JSC “Maxam-Ammophos” with dichlorohydringliserin (DCGG), because due to its close chemical nature, as well as the thermodynamic and kinetic compatibility of components, leading to good mixing, it is possible to obtain epoxy compositions with improved physicommechanical properties.

As can be seen from the results with the introduction of an insignificant amount of a polymer modifier containing phosphorus and halogen in its composition into the epoxy composition while simultaneously reducing the amount of hardener introduced, the curing rate of the composition increases, and the physic mechanical properties are improved. High physic mechanical indicators obtained in laboratory studies in the modification of epoxy resin, confirmed by industrial tests, which were conducted at the Tashkent Production Association "Tashkentmebel", where epoxy resin of the brand ED-20 was used according to the technological regulations and TU-06-05-1082.

One of the effective methods of corrosion protection of process equipment and structures is the development and use of composite polymer coatings. In this regard, the role of quality control and prediction of the long-term strength of such coatings is increasing. Increasing the service life of coatings can significantly reduce the

consumption of scarce and expensive polymers, more efficiently use production facilities, as well as improve the environmental situation in enterprises using aggressive media in their units. In this regard, the use of epoxy film-forming with active plasticizers modifiers as well as fillers containing metal oxides. Their use allows to increase the operational and deformation, strength characteristics, to reduce the diffusion permeability of metal-polymer structures. Thus, it was of interest to study the effect of synthesized polymers based on the interaction of phosphorous acid with ECG as fire-retardants on the physic mechanical and anticorrosive properties of polymer composite coatings.

Molecular interaction, according to the adsorption theory of adhesion, is preceded by the formation of contact between the adhesive and substrate molecules. Temperature increase the introduction of the modifier, the pressure increase, the use of solvents – all these factors facilitate the flow of the first stage of the process and contribute to achieving a more complete contact. Wetting and cracking of the adhesive on the substrate surface are accompanied by surface diffusion, migration of adhesive molecules on the surface. It is this circumstance, as well as the flexibility of polymer macromolecules and their ability to make the micro-Brownian motion, were taken into account in the adsorption theory of adhesion. When adhesive failure does not always require the breaking of chemical bonds, and with cohesive destruction of the network adhesive, breaking of chemical bonds is inevitable. When loading the adhesive connection due to the different elastic constants of the adhesive and the substrate, an additional stress concentration occurs. Under these conditions, a gap along the interfacial surface is more likely than in the array of adhesive and substrate, even if the bonds are equally strong, since the durability of the adhesive bonds decreases with increasing voltage. Finally, in many cases, the adhesive compound is affected not only by mechanical loads, but also by moisture, various chemical agents, and an elevated temperature. It is the phase boundary that is most affected by these factors. One of the ways to increase the durability of a composite material and adhesive compounds is to facilitate relaxation processes in the zone of contact of the polymer with the substrate, with a dispersed or fiber-like filler. These processes can be changed by regulating the intensity of the interfacial interaction, as well as by applying elastic layers. Adhesive compounds possess optimal properties, along with strong chemical bonds, in the contact zone, less durable, but easily recoverable, labile polar bonds occur, characterized by a low value of activation energies. Such bonds are characteristic of groups containing a mobile hydrogen atom, as well as heteroatoms with non-generalized electrons. A rare mesh of strong chemical bonds in combination with a sufficiently large number of easily regenerated less strong bonds creates favorable conditions for relaxation of overvoltage's and sticking of defects. The role of hinged groups with low potential for rotation is also very important. It is shown that in systems containing not only strong interfacial covalent bonds, but also hydrogen bonds characterized by low recombination energy, more favorable conditions arise for the redistribution and variation of the voltages of stabilizing defects. Apparently, the chemical nature of the polymer modifiers introduced has a significant effect on the structure and properties of the cured epoxy composition. In addition, the anticorrosive properties of modified composite coatings are also affected

by the factor of chemical compatibility of high molecular weight modifiers and polymer, leading to the formation of a homophasic system. In addition, in all likelihood, the polymer modifiers synthesized by us, in addition to the modifier, also act as a structurant for the polymer matrix, contribute to the ordering of macromolecules near its surface, and this leads to a decrease in the entropy of the system. Synthesized phosphorus-containing polymers based on the interaction of phosphorous acid with DCGG can be used as an effective modifier and accelerator for curing epoxy composite coatings.

The factor of chemical compatibility of high-molecular modifiers and a polymer, leading to the formation of a homophasic system, also influences. In addition, in all likelihood, the polymer modifiers synthesized by us, in addition to the modifier, also act as a structurant for the polymer matrix, contribute to the ordering of macromolecules near its surface, and this leads to a decrease in the entropy of the system. Synthesized phosphorus-containing polymers based on the interaction of phosphorous acid with DCGG can be used as an effective modifier and accelerator for curing epoxy composite coatings. Such modifiers are non-volatile, non-toxic, easily combined with epoxy resin; the technology for their preparation is simple, which makes it possible to use them widely.

The laboratory and industrial tests of the polymer obtained from the interaction of phosphorous acid based on the technogen waste with DCGG and MAC as a flame retardant modifier for epoxy compositions indicate the promise of the phosphorus-containing polymers synthesized by their possible industrial realization and us.

REFERENCES

1. Khalturinsky N.A, Berlin A.A, Rudakova T.A, and others. The mechanism of coke formation with the introduction of a complex of additives // Proceedings of the 4th International. conference –Volgograd, 2014. – pp. – 15–16.
2. Din Ngok Hung. Development of composite materials with improved technological and operational properties. Abstract of thesis. dissertation.tech.Sci. – M.: МНТИ, 2001. – p. 17.

ОГНЕСТОЙКОСТЬ И ЖАРОСТОЙКОСТЬ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Хасанова¹ О.Т., Эшматов² И.Е., Мухидова² З.Ш.

1 – ТашГТУ, 2 – Филиал Астраханского ГТУ в Ташкентской области

Сегодня в мире с развитием строительной индустрии возрастает также потребность в огнестойких бетонах. В увеличении объемов строительства бетон и другие составляющие являются одними из ресурсов, доступных по цене готовых объектов достигается через снижение стоимости за счет применения в строительстве современных качественных строительных материалов и изделий с меньшей энергоемкостью и с улучшенными характеристиками.

В этом особое значение имеет производство эффективных огнестойких бетонов на основе техногенных отходов [1].

В мировом масштабе особое внимание уделяется разработке новых составов цементов, и важнейшей задачей исследований в этом направлении является разработка составов новых механохимически активированных добавок на основе техногенных отходов для композиционных цементов. При разработке механохимически активированных добавок и на их основе новых составов высокоэффективных специальных цементов, в этом направлении необходимо обосновать ряд следующих научных решений, в частности: разработка новых способов производства эффективных видов строительных продуктов на основе эффективных добавок; разработка новых составов для получения бетонов с участием вторичных сырьевых ресурсов; повышение показателей прочности бетонов на кислотостойких цементах; оптимизация состава сырьевых материалов при получении энергосберегающих добавок и цементов; модернизация технологий производства огнестойких бетонов; для увеличения объема производства огнестойких бетонов применение альтернативных источников активных минеральных добавок и добавок наполнителей [2].

В этом вопросе важнейшее значение приобретают научные исследования, направленные на разработку новых составов механохимически активированных добавок на основе техногенных отходов и новых составов эффективных цементов с их использованием. Огне- и жаростойкие бетоны применяются в основном в промышленном строительстве для возведения специальных огнестойких конструкций. Для сооружения конструкций из жаропрочного бетона применяются сборные изделия, произведенные на специализированных предприятиях, либо бетонные жаростойкие смеси изготовленные по месту применения огнеупорных конструкций. Ввод в эксплуатацию новых бетонных конструкций происходит после достижения огне- и жаростойким бетоном проектной прочности – но не ранее 3 суток для изделий на быстротвердеющем цементе, жидком стекле, глиноземистом цементе; и не менее 7 суток для изделий на портландцементе.

Перед нагревом конструкций котлов и агрегатов из жаростойкого бетона, затвердевшие смеси просушивают с целью удаления из их состава свободной воды. А последующий разогрев, в зависимости от вида вяжущих, проводят по специальным режимам, предусмотренным технологической инструкцией для каждого агрегата.

Нами были исследованы физико-химические характеристики и технологические свойства механохимически активированной добавки «ХОТ-1» и сырьевых материалов, использованных для ее получения – золошлаки Ново-Ангренской ТЭС и фосфогипс АО «Аммофос-Максам», минеральных ингредиентов специальных добавок: базальта, запечной пыли [3]. Химические составы исходных материалов, добавки «ХОТ-1» и цементов с ее использованием определяли по ГОСТ-5382-91, их минералогические составы – методом рентгенофазового анализа, химическая активность добавки «ХОТ-1» оценивалась по способности ее поглощать известь из насыщенного известкового раствора, физико-механические свойства добавки,

добавочных цементов с механохимически активированными добавками с участием «ХОТ-1» изучали по методикам ГОСТ 310.3-76 и ГОСТ 310.4-81, оценка их качественных показателей – в соответствии требованиями ГОСТ 10178 и O'z DSt 2830:2014.

Фазовые составы добавки «ХОТ-1», добавочных и активированных с ее участием определены на рентгеновской установке «ДРОН-2». Структура добавки «ХОТ-1», генезис формирования структуры при твердении добавочных и активированных добавок исследована на энерго-дисперсионном сканирующем микроскопе марки EDX (OxfordInstrument)–AztecEnergyAdvanced X-act SDD с элементным анализатором типа SEM-EVO MA 10. Долговечность добавочных и активированных бетонов, содержащих добавку «ХОТ-1», оценивалась по количеству теплосмен насыщения водой и высушивания в сушильном шкафу, а также количеством циклов попеременного замораживания при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и оттаивания в воде.

Проведенные экспериментальные исследования по определению возможности комплексного использования механохимически активированной добавки «ХОТ-1» показали, что разработанные нами добавки играют роль кристаллических затравок – «центров кристаллизации», которые выступают инициаторами возникновения новых зародышей новообразований гидросульфатоалюминатного и гидросиликатного типа, ускоряют процесс их кристаллизации и формирования кристаллического каркаса твердеющей цементной дисперсии, и как следствие – интенсифицируют процессы гидролиза и гидратации алюминатных и силикатных минералов ПЦ клинкера. Химические составы усредненных проб механохимически активированной добавки «ХОТ-1» приведены в таблице 1. При расчете составов композиционных добавок учитывали содержание (SO_3) в каждом сырьевом компоненте добавки и при принятом соотношении каждого из них, рассчитывали суммарное содержание SO_3 в механохимически активированных добавке «ХОТ-1» (табл. 2). По данным таблицы 2, химический состав смесей «ХОТ-1»-1 и «ХОТ-1»-2, представлен преимущественно оксидами кремния (28,93% и 39,28%), алюминия (11,04 % и 15,16 %) соответственно. Содержание SO_3 составляет 21,89 % и 13,36 % соответственно в «ХОТ-1»-1 и «ХОТ-1»-2, результаты химического анализа приготовленных смесей «ХОТ-1» указывают на возможность их использования в качестве активных минеральных добавок, и возможно – регулятора сроков схватывания взамен гипсового камня для получения композиционных портландцементов.

Таблица 1

Химический состав компонентов смеси «ХОТ-1»

Наименование компонентов	Содержание массовой доли оксидов, %							
	П.п.п	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	P_2O_5
Золошлак	7,97	54,82	21,34	3,18	5,72	1,30	0,56	0,14*
Фосфогипс	19,61	3,04	0,74	0,78	29,44	0,25	43,22	2,42*
*Массовая доля водорастворимых фосфатов, %, в пересчете на P_2O_5 .								

Таблица 2

Вещественный и химический составы механохимически активированной добавки «ХОТ-1»

Условное обозначение смесей	Вещественный состав смеси, масс. %						Суммарное содержание SO ₃ , масс.%		
	Золошлак		Фосфогипс						
«ХОТ-1»- 1	50		50				21,89		
«ХОТ-1»- 2	70		30				13,36		
	П.п.п	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	Пр.
«ХОТ-1»- 1	13,51	28,93	11,04	1,98	14,72	0,78	21,89	1,28	5,87
«ХОТ-1»- 2	11,31	39,28	15,16	2,46	12,83	0,98	13,36	0,83	3,79

По данным таблицы 3, в начальные сроки твердения прочность цементов «ХОТ-1»-15, «ХОТ-1»-20, в возрасте 7 суток составила 24,6 МПа и 26,2 МПа соответственно, что практически не отличается от прочности контрольного бетона (26,8 МПа). Химическая активность добавки «ХОТ-1» по поглощению извести составила 54,5 мг, что соответствует минимально допустимой активности, характерной для группы искусственных (техногенных) алюмосиликатных гидравлических добавок. Следовательно, добавка «ХОТ-1» является химически активной минеральной добавкой, и классифицируется по происхождению (изготовлению) как добавка искусственная техногенного происхождения, по химическому составу – кислая, по химической активности – гидравлическая.

Разработанный нами огне- и жаропрочный бетон можно рекомендовать к применению в индивидуальном строительстве при сооружении печей, каминов, дымовых труб и других конструкций, подвергающихся постоянно или временно воздействию высоких температур.

Поэтому, выбрав одну из перечисленных выше конструкций для обустройства своего жилища, можно столкнуться с таким вопросом: как приготовить жаростойкий бетон своими руками. Первый и самый простой способ изготовления огнестойких растворов – это использование готовых сухих, устойчивых к высоким температурам смесей.

Приготовление жаростойких бетонов из отдельных компонентов тоже не представляет особой сложности, и сводится к следующим операциям:

Таблица 3

Прочностные характеристики цементов, содержащих в качестве механохимически активированной добавки «ХОТ-1»

Условное обозначение цементов	В/Ц	Расплав конуса, мм	Предел прочности, МПа при изгибе и сжатии через: d /(% в 28 сут. при сжатии),				Марка цемента
			7d		28d		
			R _{из}	R _{сж}	R _{из}	R _{сж}	
ПЦ- Д0	0,368	115	5,3	24,6	5,8	41,4/100	400
«ХОТ-1»-1- 15	0,356	113	4,4	22,9	5,9	42,2/102	400

«ХОТ-1»1- 20	0,362	113	3,8	20,2	4,2	24,4/63,5	Не соответ.
«ХОТ-1» 2-15	0,356	112	4,9	24,6	6,2	46,4/113	400
«ХОТ-1» - 20	0,356	113	4,4	26,2	6,2	49,2/120	500

1. Оптимальный состав материалов для приготовления бетонной смеси на портландцементе, сверяем по таблице «Примерный состав бетонов на портландцементе с минеральными лигатурами.

2. Вначале, в бетоносмеситель, заливаем 90 % необходимого количества воды или разбавленного жидкого стекла.

Бетонирование в условиях жаркого климата характеризуется температурой воздуха 35–40 °С и относительной влажностью 10–25 %, частыми ветрами и высокой солнечной активностью.

При производстве бетонных работ в таких условиях, все эти факторы негативно влияют на состояние бетонной смеси и приводят к обезвоживанию (осушению) бетона, что замедляет процесс гидратации цемента. Прочность бетона в этом случае снижается до 50 % в сравнении с бетонными смесями, твердеющими в стандартных температурных условиях.

Заливка бетона в жару ухудшает капиллярную структуру твердеющей бетонной смеси, что значительно влияет на качество изделия, а впоследствии и на долговечность готовых бетонных конструкций. Резкое обезвоживание бетонных растворов приводит к образованию усадочных трещин, а в период эксплуатации – к шелушению бетонных поверхностей.

Для качественной укладки бетонных смесей в жаркую погоду, необходимо применять технологические меры по сохранению необходимой консистенции бетонного раствора – вплоть до укладки его в опалубку. А именно:

1. В первую очередь, необходимо внимательно отнестись к выбору всех компонентов бетонной смеси. В этих условиях, в качестве вяжущего рекомендуется использовать портландцемент.

2. В качестве заполнителей должны применяться материалы с одинаковым температурным расширением, и близкие по параметрам к применяемому цементу.

3. Заполнители перед применением необходимо подвергать влажной обработке.

4. Для увеличения подвижности бетонной смеси и снижения водоцементного соотношения, в бетонную смесь добавляют пластификаторы.

5. Время замеса бетонного раствора необходимо увеличить на 35–50 %.

6. Транспортировку готовой бетонной смеси осуществлять только автобетоносмесителями. Причем, в миксер загружают сухую бетонную смесь, а разбавление ее водой происходит только в момент укладки в опалубку. Это снижает риск обезвоживания смеси в период доставки ее на строительный участок.

7. Перед укладкой бетона необходимо проверить герметичность опалубки, и увлажнить ее внутреннюю поверхность.

8. Для подачи бетонной смеси к месту укладки, целесообразно использовать бетононасосы или специальные бады.

9. Бетонирование при жаркой погоде обязательно проводить с использованием глубинных вибраторов.

10. В период набора прочности бетон накрывают увлажненными: мешковиной, рогожей, соломенными матами и др. Каждые 3–4 часа бетонную поверхность поливают водой, а с учетом жаркого климата, время поливки бетона увеличивается до 28 суток. Бетоны огне- и жаростойкие, приготовленные согласно разработанным нами технологическим требованиям и установленным нормам, обеспечат объекту, надежную пожарную безопасность и долголетие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов И.К., Колосов И.М. Огнестойкие бетоны. – М.: Стройиздат. 2012 г. – с. 45–49.
2. Тимофеев И.Д., Таболкин С.Б. Бетоны специального назначения. – М.: Стройиздат. 1997 г. – с. 235–256.
3. Указ Президента Республики Узбекистан № 4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017–2021 годах».

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОРАЗМЕРНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Шарова В. Л., Гайшун В.Е., Косенок Я.А.

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,

Кадол В.Ф.

Университет гражданской защиты

Проблема сохранения и улучшения энергоэффективности жилого фонда в Республике Беларусь была и остается актуальной в условиях снижения сырьевых запасов и соответственно повышения стоимости энергоносителей. Человечество стремится к разработке новых и улучшению старых теплоизоляционных материалов, что способствует увеличению энергетической эффективности зданий и сооружений, а также рациональному использованию энергетических ресурсов [1].

Теплоизоляционные материалы классифицируют по нескольким основным признакам: виду исходного сырья (органические, неорганические и органоминеральные) и структуре (пористо-волокнистые, пористо-зернистые, пластинчатые, конгломератные, ячеистые). ОАО «Гомельстройматериалы» производят минераловатные изделия, которые значительно выигрывают

в стоимости по сравнению с иностранными аналогами. Однако не все их параметры в полной степени удовлетворяют необходимым нормам.

Существуют различные способы улучшения эксплуатационных и теплофизических показателей волокнистых утеплителей. Одним из них является введение многокомпонентных связующих в состав. В ходе исследований было выяснено, что наиболее эффективными для этих целей являются композиции из компонентов органического и неорганического происхождения.

Целью данной работы является исследование влияния наноразмерного диоксида кремния в составе имеющихся теплоизоляционных материалов на их характеристики и разработку новых материалов.

Для исследований и синтеза новых теплоизоляционных материалов был выбран аэросил ОХ-50 (Evonik Resource Efficiency GmbH, Германия), который представляет собой порошок диоксида кремния. Он состоит из плотных непористых сферических частиц с размерами от 7 до 40 нм и удельной поверхностью от 50 до 400 м²/г (рисунок 1). Этот порошок считается наиболее химически чистым (> 99.8 % SiO₂) с удельной поверхностью и слабой агрегированностью первичных частиц. Удельную поверхность определяли по методу Брунауэра-Эммета-Теллера и она составила $S_{БЭТ} \approx 50$ м²/г. Аэросил ОХ-50 образует стабильные водные композиции и, благодаря слабой агрегированности его частиц, концентрация диоксида кремния в этих композициях может достигать 25 масс. % [2].

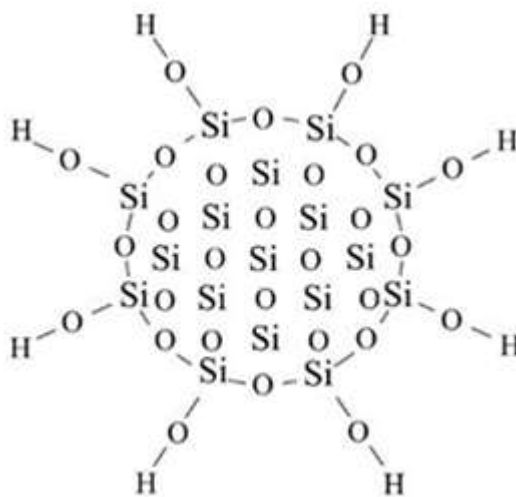


Рисунок 1. – Структура гидрофильной частицы аэросила

В данной работе описан синтез гидрофобизирующей эмульсии и пористых неорганических теплоизоляционных материалов.

В состав эмульсии входят: силиконовое масло, полидиметилсилоксан (ПДМС 200), SiO₂ – водная суспензия наночастиц аэросила ОХ-50, гидроксипропилцеллюлоза (ГЭЦ), бидистиллированная вода. Для предотвращения фазового разделения системы ПДМС – SiO₂ – ПАВ использовали ультразвуковое диспергирование. Было определено, что при добавлении

гидроксиэтилцеллюлозы при соотношении компонентов 1:0,045 образуется наиболее стабильная эмульсия [3].

Гидрофобизирующая эмульсия используется для добавления в связующее для теплоизоляционных материалов. Для приготовления раствора такого связующего смешивают эмульсию, смолу и другие компоненты, после чего наносят на теплоизоляционные материалы, в частности на минеральные волокна.

В состав пористых неорганических теплоизоляционных материалов входят: водный раствор силикатов натрия, аэросил ОХ-50, натрий тетраборнокислый 10-водный (чда), графитовый порошок. Компоненты перемешивали до однородности и полученную смесь высушивали в термощкафу с температурой 60 °С, после чего измельчали и помещали в муфельную печь с температурой 500 °С для вспенивания материала.

В ходе работы были определены и исследованы: плотность материалов (по ГОСТ 12730.1–78) [4], механические свойства (прессом LR10KPLUS (LLOYD Instruments)), теплопроводность (измерителем теплопроводности ИТП-МГ4 «100») и горючесть образцов (трубчатой электропечью).

Исследование характеристик минераловатных плит и теплоизоляционных материалов с использованием гидрофобизирующей эмульсии в составе показывает, что в таких материалах повышаются водоотталкивающие свойства, снижается хрупкость базальтового волокна и повышается однородность плит. Для наглядности результатов провели дополнительный эксперимент. Выдержали в воде 24 часа образцы обычной минераловатной плиты (образец №1) и плиты с гидрофобизирующей эмульсией в составе (образец № 2). Результаты показали, что водопоглощение образцов достигает практически постоянных значений, однако у второго образца водопоглощение составляет не более 5 % по массе, что является огромным преимуществом (рис. 2).

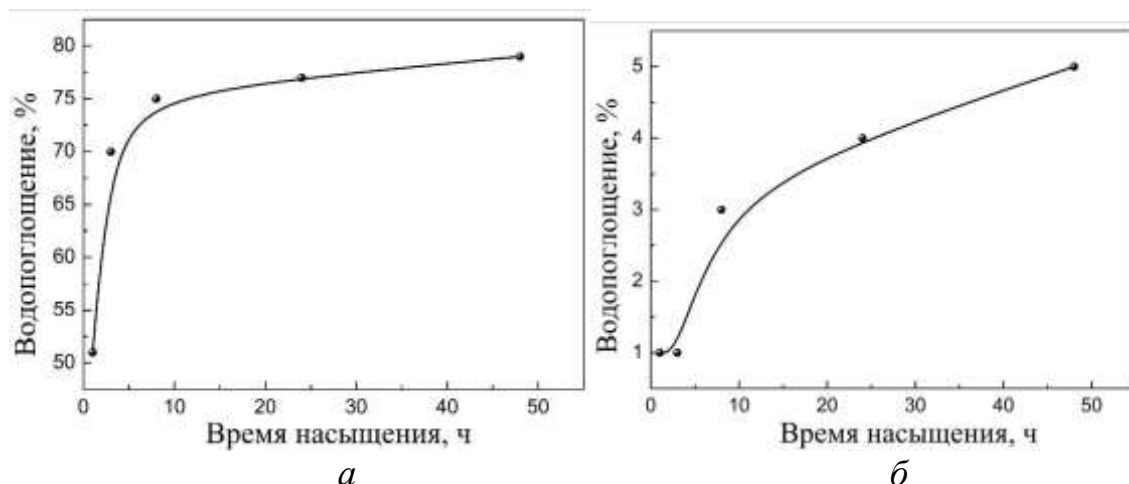


Рисунок 2. – Зависимость водопоглощения в образцах минераловатных теплоизоляционных плит без использования в составе связующего гидрофобизирующей эмульсии (а) и с использованием гидрофобизирующей эмульсии (б)

Гидрофобизирующая эмульсия с аэросилом ОХ-50 в составе используется в качестве связующего, который помогает достичь прочной структуры базальтоволокнистого материала и позволяет повысить термо- и водостойкость теплоизоляционных материалов.

При исследовании структурно-механических характеристик пористых неорганических теплоизоляционных материалов было выявлено, что плотность и прочность материала могут быть увеличены при введении дополнительного углерода в количестве 0,5 масс. % (табл. 1).

Таблица 1. – Структурно-механические характеристики пористых теплоизоляционных материалов без добавления углерода (образец № 1) и с добавлением углерода (образец № 2)

№ образца	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Диаметр пор, мм	Прочность на сжатие при 10 %-ной линейной деформации, МПа
1	190	0,045	0,1–0,5	0,25
2	220	0,070	0,1–1,0	0,40

Испытания образцов на возгораемость и распространение пламени по поверхности показали, что полученные термоизоляционные материалы можно отнести к группе негорючих материалов (табл. 2).

Таблица 2. – Результаты испытаний образцов теплоизоляционных материалов на возгораемость

№ образца	Температура в печи, °С	Температура на поверхности образца, °С	Температура внутри образца, °С	Масса образца, гр.		Потеря массы образца, %
				до испытания m_H	после испытания m_K	
1	750	749	748	24,1	23,9	0,83
2	750	749	748	23,6	23,4	0,85

В результате исследований было определено влияние применения наноразмерного пирогенного диоксида кремния на важные характеристики теплоизоляционных материалов.

При использовании в составе связующего минераловатных плит полученной в ходе выполнения работы гидрофобизирующей эмульсии водоотталкивающие свойства теплоизоляционных изделий повышаются без повышения их горючести. Использование таких эмульсий позволит сократить расходы на импортные компоненты для производства минераловатных плит и создать качественные аналоги зарубежным материалам.

Пористый теплоизоляционный материал на основе диоксида кремния отличается от других стабильными показателями структурно-механических характеристик.

По результатам сравнительного анализа характеристик минераловатных плит и пористых теплоизоляционных материалов были выделены определенные преимущества у каждого вида сравниваемых материалов.

Полученные теплоизоляционные материалы позволяют увеличить энергоэффективность зданий и сооружений, повысить срок их эксплуатации, сократить расходы бюджета и самих строительных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапронова, О.М. Повышение энергоэффективности зданий и сооружений / О.М. Сапронова, Т.П. Бирюкова // Вестник МГСУ. – 2011. – № 4. – С. 337–341.
2. Гунько, В.М. Вода на межфазной границе / В.М. Гунько, В.В. Туров, П.П. Горбик; под ред. В.В. Гончарука. – Киев: Наукова думка, 2009. – 694 с.
3. Стабилизация гидрофобизирующих эмульсий на основе полиметилсилоксановой жидкости гидроксипропилцеллюлозой и диоксидом кремния / Т.А. Савицкая, И.М. Кимленко, А.А. Бурейко, В.Е. Гайшун, Я.А. Косенок // Свиридовские чтения: сб. ст. – 2019. – Вып. 15. – С. 147–156.
4. ГОСТ 12730.1-78. Бетоны. Методы определения плотности. – Введ. 1980-01-01. – Минск: Гос. комитет по стандартизации РБ. – 8 с.

Секция 2

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ СВОЙСТВ ОГНЕСТОЙКОГО АРБОЛИТА

Ахмедов С.И., Абдурахимов А.А., Мавлянова М.Э.

Ташкентский архитектурно-строительный университет

В основных направлениях экономического и социального развития народного хозяйства страны ставится задача обеспечить каждую семью к 2030 году жильем, что возлагает большую ответственность на промышленность строительных материалов, предусматривающую производство эффективных строительных материалов на основе местного сырья и отходов производств. Решение этой задачи связано с применением в строительстве; материалов типа арболита. При огромном дефиците, особенно в условиях Центральной Азии, древесных материалов, минеральных пористых заполнителей, наиболее перспективно и актуально в обеспечении строительной индустрии региона строительными материалами типа арболита с использованием отходов сельского хозяйства региона и шлакощелочных вяжущих, научные основы получения которых были разработаны проф. В. Д. Глуховским и развиваются в настоящее время исследователями его школы. Арболит – относительно новый строительный материал, за рубежом он известен как теплоизоляционный конструкционный материал, используемый уже многие десятилетия.

Поэтому, решая эту проблему, исследователи ставят задачу изучить виды органического заполнителя на структуру и свойства материала. Широко известен арболит на основе древесных отходов. Однако, вследствие того, что как в СНГ, так и за рубежом количество хвойных пород сокращается, сырьевая база этих производств также сокращается. В связи с этим большое развитие получили исследования по расширению сырьевой базы для производства арболита.

Как в СНГ, так и в других странах ведутся работы по получению арболита из таких материалов, как стебли хлопчатника, костра кенафа, рисовая солома, рисовая лузга и т.д. Являясь малоиспользуемыми отходами [1], эти материалы представляют собой весьма перспективное сырье для производства арболита. В республиках Центральной Азии, где отсутствует лес, но много других неисчерпаемых (восстанавливаемых) и почти не утилизируемых растительных сельскохозяйственных отходов, целесообразно применять их вместо древесины.

Шлакощелочные вяжущие – гидравлические вяжущие вещества, твердеющие в воде и на воздухе, получаемые затворением молотых гранулированных шлаков растворами соединений щелочных металлов (лития, калия, натрия), дающих в воде щелочную реакцию.

Наиболее изученными и производимыми в промышленных масштабах являются шлакощелочные вяжущие на основе гранулированных доменных и электротермофосфорных шлаков [2]. Шлакощелочные гидравлические вяжущие вещества разработаны в Киевском инженерно-строительном институте под руководством доктора технических наук, профессора В.Д. Глуховского [3]. Исследования специальных свойств арболита (теплопроводность, огнестойкость, биостойкость) производились при широком варьировании изучаемых факторов. Исследования по изучению теплопроводности провели совместно с кафедрой физики КИСИ, в образцах размером 4x4x16 см, в естественном и сухом состоянии. Исследования по биостойкости арболита производили совместно с институтом микробиологии АН Республики Узбекистан.

Испытания по определению показателя горючести арболита методом КТ производили в испытательной пожарной лаборатории УПО МВД Республики Узбекистан. Длительные наблюдения за состоянием образцов арболита производили при непосредственном воздействии атмосферных условий в г.Ташкенте. Морозостойкость шлакощелочного арболита определяли по ГОСТ 7025-78 на образцах-кубах размерам (10×10×10) см. Продолжительность замораживания при температуре 255 К составляла 4 час. Время оттаивания при температуре 291 К – 4 часа. Морозостойкость (число циклов замораживания и оттаивания) устанавливали снижением (Я) прочности испытываемых образцов на 15 % от (R), контрольных.

Испытания морозостойкости шлакощелочного арболита на отходах сельского хозяйства показали, что морозостойкость шлакощелочного арболита изменяется в зависимости от его состава [4].

Так, при расходе щелочного компонента КЩК-2 вместо КЩК-I увеличивается морозостойкость арболита с 15 до 35 циклов. При применении КЩК-I расход шлака практически не влияет на морозостойкость. Так, при изменении расхода шлака от 300 кг/м³ до 500 кг/м³ коэффициент морозостойкости образцов изменяется в пределах соответственно 1,17 и 0,82 при 15 циклов и 0,37 и 0,64 при 25 циклов. Образцы арболита, изготовленные из смеси на дисиликате натрия при расходе шлака 500 кг/м³ имели коэффициент морозостойкости 1,03 при 25 циклов и 0,73 при 50 циклов.

Контрольные образцы арболита на портландцементе, с расходом 500 кг/м³, с добавками жидкого стекла, показали коэффициент морозостойкости 0,85 при 15 циклов и 0,55 при 25 циклов. Анализируя результаты испытаний, можно сделать вывод, что морозостойкость шлакощелочного арболита на отходах сельского хозяйства находится в пределах, установленных ГОСТ 19222-84 и составляет 15–50 циклов в зависимости от его состава.

Атмосферостойкость шлакощелочного арболита испытывалась по следующей методике. Образцы арболита, твердевшие в естественных условиях,

после достижения 28-суточного возраста были поставлены в условия, где продолжали твердеть в течение года при непосредственном воздействии атмосферных осадков. После достижения 360-суточного твердения образцы, твердевшие в климатических условиях, а также контрольные, твердевшие в нормальных условиях, были испытаны. Результаты испытаний показали, что образцы арболита серии 4, твердевшие в климатических условиях при непосредственном воздействии атмосферных осадков, имели одинаковую с контрольными прочностью. А образцы серии 8...9 после 360-суточного твердения в условиях атмосферных осадков увеличили свою прочность на сжатие 10–15 % в сравнении с прочностью контрольных образцов.

Таким образом, результаты исследований показали, что шлакощелочной арболит на отходах сельского хозяйства обладает высокой атмосферостойкостью и огнестойкостью [3]. Исследование огнестойкости шлакощелочного арболита определялось исходя из требований главы СНиП П-2-80 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений на предел огнестойкости материала». Испытания проводили методом КТ (керамическая труба). Для испытания изготовили по 4 образца из каждой серии шириной (60 ± 1) мм, длиной $(150+3)$ мм и фактической толщиной, не превышающей (10 ± 1) мм. Исследуемые образцы подвергались испытанию в соответствии с требованиями ГОСТ 12423-66. Результаты проведенных исследований показали, что шлакощелочной арболит на основе отходов сельского хозяйства относится к группе трудногораемых материалов [3]. Исследования биостойкости шлакощелочного арболита на отходах сельского хозяйства исследовалась в лаборатории Института микробиологии АН Республики Узбекистан. Исследованию подвергались образцы арболита, после достижения 28-суточного возраста в естественных условиях твердения. Результаты исследований показали, что все исследованные серии образцов арболита относятся к числу биостойких материалов и не подвергается биологической деструкции. Таким образом, проведенные исследования показали, что разработанный материал обладает достаточно высокими конструктивными качествами [4]. Сопоставление полученных экспериментальных данных по деформативным характеристиками шлакощелочного арболита с арболитом на портландцементе позволяет рекомендовать разработанный материал к применению его в качестве конструкционного материала в малоэтажных зданиях. Так как портландцементный арболит, имеющий примерно такие же, в некоторых случаях значительно уступающие характеристики, успешно эксплуатируется в зданиях и сооружениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Остроумов И.З., Турсунов В.Л., Глуховский В.Д., Румина Г.И. Технические Условия 32-08-89 «Арболит из костры кенафа на шлакощелочном вяжущем».
2. Остроумов И.З., Турсунов В.Л., Глуховский В.Д., Косимов О.Б., Савин Б.И. Технические Условия 32-01-89 «Плиты теплоизоляционные из шлакощелочного арболита».

3. Остроумов И.З., Турсунов В.Л., Отрошенко С.П. Отчет о НИР и внедрение бесцементного теплоизоляционного арболита на основе костры кенафа / Сборник рефератов НИР «Строительство и архитектура», № гос.регистр.01850022449

4. Мухитдинов И.Т. Шлакощелочной конструкционный арболит на основе местных отходов сельского хозяйства. Автореф. канд. дисс, Москва. 2004.

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Запольский Е.А., Соболев В.И., Крышнев Ю.В.

Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого

Кадол В.Ф.

Университет гражданской защиты

Трубопроводный транспорт имеет особое значение для экономики Республики Беларусь являясь основой для транспортировки различных текучих продуктов в различных агрегатных фазах (нефть, нефтепродукты, природный газ, вода). При его длительной эксплуатации происходит старение и нарушение свойств как непосредственно металлоконструкции, так и защитного изоляционного покрытия. Все это приводит к резкому возрастанию вероятности аварийной ситуации, что, в свою очередь может привести, как к крупным экономическим потерям, так и экологическим проблемам.

В связи с этим защита от коррозии трубопроводов имеет особое актуальное значение, так как потери от нее оказываются весьма значительными.

Коррозия является самопроизвольно протекающим химическим окислительно-восстановительным процессом взаимодействия металлической поверхности с окружающей средой, обладающей способностью изменять ее изначальные физико-химические свойства, что при длительном временном воздействии приводит к частичному либо полному механическому разрушению поверхности [1].

Для предотвращения таких ситуаций проводят комплекс мероприятий, включающий в себя коррозионный мониторинг и применение средств активной и пассивной антикоррозийной защиты.

К активному методу защиты относят электрохимический способ, а к пассивному – применение изоляционных покрытий.

Среда нахождения трубопровода представляет собой земляной грунт с различной степенью агрессивного влияния, который изнашивает внешнюю поверхность трубы. В связи с этим большое внимание уделяется, как свойствам материалов конструкции, так и активным методам защиты.

Основным активным методом антикоррозийной защиты является электрохимический метод. Главной его проблемой является нахождение оптимального способа равномерного распределения электрического потенциала по защищаемой металлической поверхности.

Для формирования защитного потенциала в качестве типового решения используется станции катодной защиты. Суть их работы заключается в формировании отрицательного потенциала постоянного тока оптимального, для данных условий, уровня.

Станции катодной защиты (СКЗ) по своему устройству разделяются на 3 разновидности: выпрямительные, тиристорные, инверторные. Каждый тип устройства имеет ряд достоинств и недостатков. Например, тиристорные СКЗ обладают простотой конструкции и сравнительно высокую надежность, но при этом имеют низкий КПД, большие габариты, и ряд других электротехнических недостатков. Инверторный тип СКЗ лишен недостатков тиристорных, однако они имеют в сравнении с ними более сложное техническое устройство и низкую надежность [2].

К станциям катодной защиты предъявляется ряд базовых нормативных требований по защите подземных металлических сооружений от коррозии описанных в ГОСТ 9.602-2005, ГОСТ 25812-83 [3,4].

Нормативы рекомендуют при измерениях поляризационных потенциалов использовать метод модельного электрода с прерывателем, тока, в то время как нормативные документы ряда технологически развитых стран требуют, прежде всего, использовать различные модификации метода отключения. Следует отметить, что нормативные требования не учитывают ряд факторов, таких как:

отсутствие возможности равномерного распределения защитного потенциала по поверхности большой протяженности;

отсутствие возможности учитывать переходные процессы нарастания и поляризации;

ускоренное коррозионное разрушение других металлических конструкций на ответвляемых от основного защищаемого нефтепровода участках;

низкая энергоэффективность регулирующих электроустановок.

Решение данных проблем возможно путем увеличения количества катодной защиты и анодных заземлений и изменение режимов работы станций. Основными из них является применение импульсного тока электрохимической защиты, широкое использование природных источников энергии для формирования защитных потенциалов, пересмотр концепций установки анодных заземлителей с целью повышения интегральной эффективности защиты подземного трубопровода в целом [5].

Из этого следует, что для решения существующих проблем антикоррозийной защиты трубопроводов необходима разработка системы удаленного контроля и регулирования защитных потенциалов в заданных точках подземных магистральных трубопроводов.

Данная система должна представлять собой аппаратно-программный комплекс, состоящий из следующих основных узлов:

устройство катодной защиты с источником импульсного тока;
устройство связи;
общий источник питания, включая применения альтернативных источников энергии;
информационный программный комплекс для мониторинга работы.
Разработка и внедрение данной системы позволит увеличить срок службы существующих новых нефтепроводов, снизить затраты на их обслуживание и ремонт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коррозия металлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mplast/encyklopedia/korrozia-metallov/>. Дата доступа: 01.12.2023.
2. Запольский, А.Е. Повышение энергической эффективности катодных защитных устройств/ А.Е. Запольский, М.В. Дравица, Р.С. Бондаренко; науч. рук. Ю.В. Крышнев, Л.А. Захаренко // Исследование и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы XXII Междунар. науч.-техн. конф. Студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 28–29 апр. 2022 г. В 2 ч. Ч 2 /М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. Гос. техн. ун-т им. П.О. Сухого ; под ред. А.А. Бойко. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2022. – С.43–46.
3. ГОСТ 9.602-2005 Группа Т96 Межгосударственный стандарт. Единая система защиты от коррозии и старения сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
4. ГОСТ 25812-83. Группа Т96. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии.
5. Умовы фарміравання ахоўнага тока \bar{u} сістэмах электрахімічнай абараны / Ю.В. Крышне \bar{u} [і інш]//Современные проблемы машиноведения: сборник научных трудов: в 2. ч. Ч 1 / Министерство образования Республики Беларусь, Гомельский государственный университет имени П. О. Сухого , ПО «ОАК» ОКБ Сухого, Таизский университет (Йеменская Республика); под общ. ред. А.А. Бойко.– Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2023 – С. 1990–193.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОТЕЙ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ИЗОЛИРОВЩИКА НА ТЕРМОИЗОЛЯЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНТРОЛЬНОГО ЛИСТА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ И СОБЕСЕДОВАНИЙ

Зуева А. А., Булавка Ю. А.

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой

В большинстве развитых стран оценка и управление рисками в области безопасности труда являются законодательно закрепленной обязанностью работодателя. Работодатель должен, в соответствии с законами и нормативно правовыми актами обеспечивать необходимую защиту работников от

опасностей, которые возникают в процессе выполнения работником его трудовой деятельности [1].

Так, в соответствии с Трудовым Кодексом Республики Беларусь (ТК РБ) (ч.3 ст.32, ст. 222, 226), Кодексом Республики Беларусь об административных правонарушениях (ч. 4, ст. 9.19), а также Законом Республики Беларусь «Об охране труда» (ст.9, ст.13) работодатель обязан информировать работников об условиях труда на рабочих местах, в том числе об уровнях существующих профессиональных рисков.

На сегодняшний день отсутствует единый концептуальный подход и утвержденная методика идентификации опасностей и оценки профессиональных рисков. Работодатель вправе самостоятельно принимать решение в выборе методики оценки профессиональных рисков, которая будет определена с точки зрения имеющегося эмпирического опыта и закреплена в локальных актах организации [2].

Актуальность выполнения исследований опасностей на рабочем месте изолировщика на термоизоляции обусловлена тем, что использование в строительстве и в промышленности современных теплоизоляционных материалов является одним из дополнительных источников вредных производственных факторов, приводящих к образованию мелкодисперсной пыли. На сегодняшний день риск утраты здоровья работающих в контакте с минеральными ватами недостаточно изучен.

Информационной базой для проведения идентификации опасностей и оценки рисков на рабочем месте, в том числе и изолировщика на термоизоляции, составляет комплексный анализ результатов аттестации рабочих мест по условиям труда, производственного контроля факторов рабочей среды; гигиенической оценки условий труда; записей в журналах ежедневного, ежемесячного, ежеквартального контроля за состоянием охраны труда, актов проверок, протоколов совещаний по охране труда; предписаний и рекомендаций, выданных органами государственного надзора и контроля; результатов расследований имевших место несчастных случаев и аварий; характеристик используемых в работе по тепловой изоляции материалов, и их влияние на здоровье работника; случаев производственно обусловленных и профессиональных заболеваний.

Рабочая среда, в которой проводятся теплоизоляционные работы, не является статичной, и характеризуется высокой вариабельностью и неопределенностью. Поэтому немаловажную роль в качественно проведенной идентификации опасностей играют обстоятельства, в которых она проводится.

Факторы опасности, подлежащие анализу, разделяются на группы для облегчения обработки. Каждая группа характеризуется несколькими исходными (базовыми) ситуациями, которые могут возникнуть при производстве теплоизоляционных работ.

В результате наблюдений с использованием контрольного листа составлен перечень и квантифицированы опасности, свойственные для рабочего места изолировщика на термоизоляции, причем характеризующий каждый цикл производства теплоизоляционных работ в различных условиях рабочей среды.

Следующим этапом идентификации опасностей является проведение собеседования с работниками, выполняющими теплоизоляционные работы. Собеседование предполагает количественную экспертную оценку вероятности возникновения опасного события на конкретном рабочем месте, с учетом эмпирического опыта (в процентном соотношении к числу опрошиваемых лиц по установленному событию, которое с ними происходило, или с наибольшей вероятностью может произойти, где $45 = 100 \%$).

Наблюдение проведено на разных участках производства строительно-монтажных работ в 4 бригадах. В ходе исследования опрошено 45 изолировщиков.

В результате наблюдения за технологическим процессом получен перечень опасностей, которые подлежат оценке с точки зрения вероятности и серьезности (тяжести) последствий воздействия этих опасностей, с учетом информации полученной в ходе собеседований. На этом этапе происходит составление реестра факторов опасностей, ранжирование опасностей по вероятности возникновения, оценка профессионального риска изолировщика на термоизоляции. Наиболее значимые факторы опасности, характерные для рабочего места изолировщика на термоизоляции представлены в таблице 1.

В процедуре управления профессиональными рисками на этапах составления реестра основных опасностей и оценке риска эвентуальных событий, к активному участию должны быть привлечены непосредственные руководители производства (мастера, прорабы, начальники участка). Это повысит эффективность контроля за соблюдением требований охраны труда на всех этапах производственного цикла и обеспечит возможность оптимизации профилактических мероприятий по снижению травматизма в строительной индустрии [3].

Анализ наиболее значимых факторов опасностей позволяет построить цепочку исходных (коренных) причин возникновения опасностей, что, в дальнейшем поможет в разработке и обосновании мероприятий по улучшению условий труда.

Так, например, опасности, связанные с воздействием аэрозолей преимущественно фиброгенного действия обусловлены применением вредных для здоровья работника теплоизоляционных материалов.

Таблица 1. – Наиболее значимые факторы опасности, характерные для рабочего места изолировщика на термоизоляции

Описание опасности	Вероятность возникновения (%)
Механические опасности	
Опасность падения работника из-за потери равновесия, в том числе при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или неровным полам, на ровных участках дорог (полов)	33,3
Опасность падения с высоты, в том числе из-за отсутствия ограждения, из-за обрыва троса, падения из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот	55,6

Окончание таблицы 1

Опасность пореза частей тела, инструментом, при нарезании теплоизоляционных материалов, ножницами, острыми кромками металлической стружки (при механической обработке металлических заготовок и деталей)	55,56
Опасность травмирования, в том числе в результате выброса подвижной обрабатываемой детали, падающими или выбрасываемыми предметами, снегом и (или) льдом, упавшими с крыш зданий и сооружений	37,78
Электрические опасности	
Опасность поражения током вследствие контакта с токоведущими частями, которые находятся под напряжением из-за неисправного состояния (косвенный контакт)	37,78
Термические опасности	
Опасность ожога при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру	88,89
Опасность ожога от воздействия на незащищенные участки тела материалов, жидкостей и газов, имеющих высокую температуру	86,67
Опасность теплового удара от воздействия окружающих поверхностей оборудования, имеющих высокую температуру	60
Опасность от воздействия на незащищенные участки тела материалов, жидкостей и газов, имеющих низкую температуру	33,33
Опасности, связанные с воздействием микроклимата и климатические опасности	
Опасность воздействия пониженных температур воздуха	22,89
Опасность воздействия повышенных температур воздуха	22,89
Опасность воздействия скорости движения воздуха	24,44
Опасности, связанные с воздействием аэрозолей преимущественно фиброгенного действия	
Опасность воздействия производственной пыли и аэрозолей на глаза, незащищенные участки кожи	95,56
Опасность повреждения органов дыхания частицами производственной пыли	88,89
Опасности, связанные с воздействием тяжести и напряженности трудового процесса	
Опасность, связанная с перемещением груза вручную	35,56
Опасность нахождения в позах, связанных с чрезмерным напряжением тела	35,56
Опасность психических нагрузок, стресса	31,11
Опасности пожара	
Опасность возникновения пожара, вдыхания дыма, паров вредных газов при его возникновении	31,11
Опасности взрыва	
Опасность возникновения взрыва, происшедшего вследствие пожара	60
Опасность воздействия ударной волны	60
Опасность воздействия высокого давления при взрыве	60

Таким образом, для минимизации воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, в качестве корректирующих действий могут быть предложены: замена теплоизоляционных материалов на более современные и безопасные, с наименьшим пылеобразованием, замена сухих способов работы с пылящими материалами мокрыми. При этом новые условия также подлежат идентификации опасностей и оценке рисков.

Опасность возникновения взрыва и пожара обусловлена расположением рабочего места изолировщика на термоизоляции – все, исследуемые рабочие места расположены на действующем нефтеперерабатывающем предприятии, с потенциально опасными и опасными производственным объектами. Такие опасности целесообразно прорабатывать в коллаборации подрядной организации и заказчика, например, отработка совместных схем эвакуации и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Опасности, связанные с микроклиматом, определяются особенностью расположения рабочего места изолировщика на термоизоляции – в основном на открытом воздухе как в летний, так и в зимний период.

Термические опасности представляют собой с одной стороны особенность расположения рабочего места, например, линии трубопроводов по эстакадам, фланцевые и арматурные соединения трубопроводов могут располагаться в тесной протяженной связке, какие-то из них отключены, какие-то продолжают функционировать, при этом они могут быть не защищены от теплового излучения, и при случайном прикосновении могут причинить вред.

Электрические опасности в условиях производственной деятельности изолировщика на термоизоляции могут возникнуть в результате отсутствия заземления на производственном оборудовании, или повреждения электрообогрева трубопровода при выполнении теплоизоляционных работ и др.

Механические опасности неизбежно присутствует там, где вручную производятся процессы, с чередованием инструмента, механизмов, оборудования с которым взаимодействует рабочий – это и выполнение работ с использованием средств подмащивания, установка и демонтаж лесов, работы, производимые на высоте.

Все риски, связанные с каждой идентифицированной опасностью, анализируются, оцениваются и классифицируются по уровням рисков для устранения, снижения уровня или управления риском существующими методами. На следующей стадии оценки риска ответственные лица за проведение идентификации опасностей и оценки рисков выясняют, могут ли быть устранены выявленные угрозы для безопасности труда и здоровья работников. В случае если величина риска находится в пределах допустимого значения, ответственные лица определяют перечень мероприятий, которые должны проводиться для того, чтобы данная величина риска оставалась в пределах приемлемого уровня. В случае если величина риска превышает допустимый уровень, ответственные лица определяют защитные меры по уменьшению величины риска до приемлемого.

Применение контрольного листа для наблюдений и собеседований при проведении идентификации опасностей на рабочем месте изолировщика на термоизоляции, в частности на малых и средних предприятиях, имеет практическое значение. Такой способ проведения идентификации помогает систематизировать многофакторность условий труда работников, учитывая и оценивая не только опасности связанные с течением производственных процессов, но и постоянно меняющиеся условия рабочей среды, а также облегчает процесс идентификации опасностей

ЛИТЕРАТУРА

1. Варданян, Л. Л. Совершенствование организации работ по охране труда в строительной организации / Л. Л. Варданян // Молодежь и XXI век – 2021 : Материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах, Курск, 18–19 февраля 2021 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 5. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 212–219.
2. Комзолов, А. А. Анализ методических подходов к количественной оценке профессиональных рисков / Комзолов, А. А., Кириченко, Т. В., Бархатов, В. Д., Манежева, М. В. // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика, (2). – 2022. – С.110–141.
3. Пузырев, А.М. Разработка методики оценки профессиональных рисков в строительстве / А.М. Пузырев, Л.В. Козырева // Безопасность техногенных и природных систем. – 2022. – № 1. – С. 9–17.

НЕОБХОДИМОСТЬ ЗНАНИЯ ОСНОВНЫХ АСПЕКТОВ ПОДБОРА АНТИПИРЕНОВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ

Мавлянова М.Э., Абдурахимов А.А., Мухамедгалиев Б.А.

Ташкентский архитектурно-строительный университет

При разработке эффективного состава для огнезащиты целлюлозных материалов, а также древесных плит необходимо, чтобы при нагревании состав исключал или замедлял образование левоглюкозана, взаимодействуя с первичными гидроксильными группами целлюлозы, способствовал каталитической дегидратации древесных компонентов, т. е. был кислотой или образовывал ее, действовал в газовой фазе, выделял аммиак галогены или другие соединения, создающие эффект самозатухания и ингибировал процесс тления.

Как указывалось, выше, пожарную опасность древесно-стружечных и волокнистых плит снижают либо огнезащитой готовых плит путем поверхностной обработки и пропитки, либо огнезащитой в процессе их изготовления. Степень огнезащищенности зависит от свойств применяемого состава, количества и способа нанесения или введения его в плиту.

Все большую популярность приобретают так называемые «облагороженные» древесно-стружечные и волокнистые плиты. Их изготавливают путем напрессовки на поверхность плит декоративного слоя бумаги, пропитанной меламиновой смолой. Ужесточение строительных правил, организационные мероприятия по предотвращению пожаров и совершенствование средств тушения оказывают положительное действие, но не исключают полностью возможность пожаров. Более радикальная мера – дополнить мероприятия требованием применения материалов, не способных к воспламенению и последующему самостоятельному горению. Такие огнезащитные материалы локализуют действие малокалорийного источника

зажигания и исключают самопроизвольное развитие пожара. Пожарную опасность снижают также покрытием материалов неорганическими пленками и фольгой, применением инертных наполнителей. При этом большое значение имеет характер конструкции. Для покрытия плит предложено большое количество рецептов, например, огнезащитный состав из жидкого стекла (15–20 % от веса сухих стружек), мочевиноформальдегидной смолы (10–12 %) и хлористого аммония (1 % веса смолы). Для повышения сопротивляемости огню на поверхность древесно-стружечных плит напыляют расплавленный металл. Металлические покрытия улучшают внешний вид и стойкость плит к атмосферным влияниям.

Для введения огнезащитного состава на всю глубину плиты применяют способ пропитки, подобный способу пропитки древесины. Существует пропитка погружением и пропитка под давлением. Несмотря на эффективность, пропитка древесно-стружечных плит применяется ограниченно. Она пригодна лишь для плит, изготовленных с применением водостойких фенолоформальдегидных связующих. В процессе пропитки древесина набухает, необратимо деформируется, в результате чего снижается класс шероховатости поверхности. Последующая сушка плит делает процесс нерентабельным.

Более перспективен и эффективен метод напрессовки огнезащитного состава на поверхность плиты. Состав или вещество наносят на поверхность готовой плиты обычными способами. Выбор способа определяется состоянием, в котором наносится вещество. Обработанную плиту подают в горячий пресс и прессуют при высокой температуре. В качестве огнезащитных средств были применены однозамещенный фосфорнокислый аммоний и жидкий полифосфат аммония с содержанием воды около 40 %. Для получения ДСП и ДВП со свойствами огнезащитности, одинаковыми по всему сечению плиты, огнезащитный состав вводят в стружку до формирования ковра.

Особое место занимает относительно новое направление огнезащиты древесных плит и пластиков в процессе их производства, когда модифицирующий состав вводится в полупродукт. При последующем горячем прессовании он взаимодействует с компонентами древесного волокна. Необходимо совместить это взаимодействие с основными процессами образования плит и пластиков, без снижения качества последних. Огнезащитный состав активно участвует в происходящих процессах при прессовании и при закалке плит. Он выполняет функции пластификатора древесного волокна, затем образует пространственные сшивки, что приводит к повышению прочностных характеристик готового материала.

Эффективность огнезащитных свойств фосфорсодержащих соединений может быть повышена введением в них азотсодержащих соединений, например, мочевины, меламина, гуанидина и др.

Нами, было также установлено повышение эффективности огнезащитного действия совместным применением азот- и фосфорсодержащих соединений, полученным на основе отходов химической промышленности нашей республики. Было показано, что введение галогенсодержащих

соединений дополнительно повышает эффективность реагентов, содержащих фосфор и азот, однако этим антипиренам характерны те недостатки, которые свойственны низкомолекулярным добавкам.

Технология создания огнезащитных древесных плит в максимально возможной степени должна опираться на уже существующую известную технологию. Процесс огнезащиты удобнее всего проводить до формирования древесного волокна, для того чтобы в процессе горячего прессования образовывались плиты с заранее заданными свойствами, не требующими дополнительной обработки. Однородность свойств огнезащитных древесноволокнистых плит определяется равномерностью распределения антипирена или в общем случае модифицирующей системой в древесном волокне, что может быть достигнуто распылением соответствующего водного раствора или введением его в размалывающее оборудование. При этом возникает необходимость в разработке условий изготовления огнезащитных древесных плит и на их основе сформулировать требования к огнезащитному составу, определить параметры процесса.

Нами было установлено, что в процессе горячего прессования древесных плит, антипирены разлагаются и вызывают термодеструкцию, приводящей к падению прочности древесных волокон. В частности, наличие таких неорганических солей, как $ZnCl_2$, NH_4Cl , $(NH_4)_2SO_4$, приводит к обугливанию даже в случае снижения интенсивности горячего прессования плит. По этой же причине древесные плиты изготавливаются с введением в сосновое древесное волокно 20 % неорганических солей, наиболее распространенных в качестве антипиренов, характеризуются пониженной прочностью и водостойкостью по сравнению с контрольными плитами.

По результатам, следует отметить, что все примененные неорганические соли при влажности воздуха 95 % мигрировали на поверхность древесноволокнистых плит, снижая тем самым достигнутую степень огнезащитности и ухудшая товарный вид.

В определении расхода антипирена для сравнения удобнее расчет вести не по массе вводимых компонентов, а по массе рабочего элемента в общей композиции древесных плит. С этой целью нами было определено минимально необходимое содержание фосфора в древесноволокнистой плите, обеспечивающей исключение самостоятельного горения образцов при зажигании. Оказалось, что это содержание соответствует 3 % и отвечает расходу ортофосфорной кислоты в количестве 9,5 %. Однако следует отметить, что необходимое для огнезащиты содержание фосфора зависит от вида фосфорсодержащего соединения.

Фосфат и сульфат аммония, как было показано при нагревании разлагаются до соответствующих кислот, которые и обуславливают огнезащитное действие.

Расчет рецептуры произведен, исходя из содержания в волокне фосфора в количестве 3 %. Показатели образцов аддитивно зависят от расхода составляющих буферной смеси. Увеличение концентрации фосфора, обладающего основными свойствами, понижает огнезащитность, образец

приобретает склонность к тлению, что еще раз подчеркивает важность кислотной среды в момент возгорания. Но при этом по условиям образования древесных плит требуется, чтобы активная кислотность в начальной стадии процесса прессования поддерживалась в пределах рН 4–5.

Таким образом, первое условие образования огнезащищенных древесных плит заключается в обеспечении переменной активной кислотности в плите следующим образом: на начальной стадии прессования для протекания гидролитических и деструктивных процессов компонентов древесного волокна требуется слабокислая среда, процесс изготовления по условиям долговечности продукции завершается в нейтральной среде, при зажигании же плит огнезащитный состав должен разлагаться с образованием соединений, обладающих кислотными свойствами, а также газов, препятствующих воспламенению образующихся горючих летучих продуктов пиролиза.

Внутреннюю защиту ДСП можно осуществлять либо в технологическом процессе в производстве, либо на уже готовых плитах. Следует отметить, что во время производства ДСП есть возможность легкого доступа для защиты отдельных частиц, из которых состоит плита. По этой причине введение защиты в массу для ДСП является, с нашей точки зрения, более логичным мероприятием.

Использование всех этих способов обнаружило целый ряд недочетов в экономике и технологии производства и свойствах плит, защищаемых этими способами. Решение многих проблем, связанных с применением низкомолекулярных антипиренов, возможно лишь применением антипиренов полимерной природы.

При модификации, стабилизации, а также огнезащите синтетических и природных полимеров применяют в основном низкомолекулярные соединения фосфора, серы и азота. Однако и этим соединениям свойственен ряд нежелательных побочных явлений, связанных с миграцией на поверхность, а именно улетучивание, растворение растворителями, экстракция и другие, устранить которых можно лишь применением высокомолекулярных модификаторов и антипиренов. Кроме того, применяемые промышленные низкомолекулярные добавки вводят в большом количестве, что, естественно, ухудшает технологические параметры целевого продукта, например, повышается хрупкость, твердость, плотность и т.д. Помимо этого, промышленные модификаторы труднодоступны, токсичны, дефицитны, дорогостоящи, а также завозятся из-за рубежа за валюту.

Кроме того, совершенно актуальным является создание технологии синтеза и применения модификаторов и антипиренов полимерной формы, которые могли бы устранить многие технологические и социальные недостатки, свойственные низкомолекулярным добавкам специального назначения, а также исследование процесса модификации ими различных синтетических и природных полимеров, с целью повышения огнезащитных, термических и других прикладных свойств является весьма актуальной проблемой и затрагивает многие области современной химии полимеров, технологии

производства, физики горения конденсированных систем, экологии окружающей среды, медицины и токсикологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Leonovich A.A. Burning wood. M. Chemistry. 1992 p. 390.
2. Mirkamilov T.M., Mukhamedgaliev B.A. Polymer flame retardants. T. TSTU, 1996, p. 278.
3. Jonson R., Fenimore D. Fire and flammability woods. Jour.Amer.chem.soc. A. 1999,3, 467 p.
4. Arifjanova M., Ayupova M., Usmanova G. Method of bioindication of harmful emissions in the environment. Collection of scientific works of the Republican Scientific and Technical Conference "Analytical Chemistry", Termez, May, 2014, pp. 43–45.

РОЛЬ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА В РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Микус М.А., Грищенко С.В., Михадюк М.В.

Белорусский государственный экономический университет

Промышленная безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от возникновения аварий и инцидентов, обеспеченное комплексом организационных и технических мероприятий, установленных Законом Республики Беларусь от 5 января 2016 года № 354-З «О промышленной безопасности» и иными актами законодательства. Не стоит путать или отождествлять промышленную безопасность и сферу охраны труда. Цель этой деятельности – предотвращение аварийных ситуаций, снижение травматизма работников, сведение к минимуму последствий аварий и ущерб от работы объекта. А цель сферы охраны труда – сохранение здоровья и жизни работников. Например, аварии на производствах могут не нести угрозы жизни и здоровью сотрудников, поэтому сфера охраны труда не имеет к их ликвидации никакого отношения. Такие аварии – сфера деятельности промышленной безопасности. В тоже время, принести вред здоровью могут и не аварийные ситуации, которые попадают под действие охраны труда.

Субъектами промышленной безопасности являются юридические лица, в том числе иностранные и международные юридические лица, организации, не являющиеся юридическими лицами, а также индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность в области промышленной безопасности [1]. Объектами отношений в области промышленной безопасности являются опасные производственные объекты, потенциально опасные объекты и технические устройства. Опасные производственные

объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них подразделяются на три типа:

1. объект I типа опасности – опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности;

2. объект II типа опасности – опасные производственные объекты высокой опасности;

3. объект III типа опасности – опасные производственные объекты средней опасности [2].

Промышленная безопасность включает управление всеми операциями и событиями на предприятии с целью защиты ее сотрудников и активов путем оценки и минимизации рисков, аварий и несчастных случаев. Пожар на рабочем месте, пропущенные сотрудниками дни из-за травм или химические опасности могут повлиять на производительность труда, что может привести к задержке графика отгрузок, выполнения обязательств, отношений с поставщиками и удовлетворенности клиентов. Обеспечение надлежащей промышленной безопасности – это лучший способ обеспечить стабильную работу предприятия, которая наилучшим образом отвечает интересам работников, поставщиков и клиентов. Обеспечение безопасности в промышленности несет ощутимую пользу:

- увеличение производительности труда;
- снижение себестоимости продукции;
- снижение ущерба для машин и оборудования;
- предотвращение травм и профессиональных заболеваний среди сотрудников организации.

Достижение промышленной безопасности становится все более сложной задачей из-за постоянно меняющихся условий труда и производственных процессов. Законы и правила безопасности, определенные регулирующими органами, постоянно совершенствуются, создавая более безопасные рабочие места. Работодатели должны понимать и приспосабливаться к этим изменениям, а также сообщать о них своим сотрудникам и обеспечивать, чтобы они могли действовать в соответствии с ними. Постоянное обучение сотрудников – залог успеха. Промышленная безопасность важна, поскольку она защищает человеческую жизнь, особенно в областях высокого риска, таких как атомная, авиационная, химическая, нефтегазовая и горнодобывающая промышленности, где фатальная ошибка может быть катастрофической. Обеспечение промышленной безопасности снижает профессиональные риски для сотрудников и исключает вероятность нарушения производственных процессов [3].

Правовой основой организации работы по охране труда в Республике Беларусь являются Конституция Республики Беларусь (ст. 41, 45), Закон Республики Беларусь «Об охране труда» (ст. 11–14), которые гарантируют права граждан на здоровые и безопасные условия труда, охрану их здоровья. Основополагающими актами, регулирующими правоотношения в сфере охраны труда, являются Трудовой кодекс Республики Беларусь и Закон Республики Беларусь «Об охране труда». Конституцией Республики Беларусь (ст. 2)

провозглашено, что «человек, его права, свободы и гарантии их реализации, являются высшей ценностью и целью общества и государства». В Республике Беларусь разработана Концепция государственного управления охраной труда, которая определяет, что цель государственной политики в области охраны труда – сохранение жизни и здоровья граждан в процессе трудовой деятельности.

Основными принципами государственной политики в области охраны труда являются: приоритет жизни и здоровья работников по отношению к результатам, производственной деятельности; обеспечение гарантий права работников на охрану труда; установление обязанностей всех субъектов правоотношений в области охраны труда, полной ответственности работодателей за обеспечение безопасных условий труда; совершенствование правоотношений и управления в этой сфере, включая внедрение экономического механизма обеспечения охраны труда.

Охрана труда – это отрасль науки, призванная обеспечить безопасные и безвредные условия труда на производстве. В соответствии с Трудовым кодексом Республики Беларусь понятие «охрана труда» трактуется как система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Требования по охране труда – нормативные предписания, направленные на сохранение жизни, здоровья и работоспособности работников в процессе их трудовой деятельности, содержащиеся в нормативных правовых актах, в том числе в технических нормативных правовых актах. Закон Республики Беларусь от 23 июня 2008 г. № 356-З «Об охране труда» направлен на регулирование общественных отношений в области охраны труда и реализацию установленного Конституцией Республики Беларусь права граждан на здоровые и безопасные условия труда [4]. Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

- приоритет сохранения жизни и здоровья работающих;
- ответственность работодателя за создание безопасных условий труда;
- комплексное решение задач охраны труда на основе республиканских, отраслевых и территориальных целевых программ по улучшению условий и охраны труда с учетом направлений экономической и социальной политики;
- установление единых требований по охране труда для всех работодателей;
- использование экономических методов управления охраной труда, участие государства в финансировании мероприятий по улучшению условий и охраны труда;
- информирование граждан, обучение работающих по вопросам охраны труда;

Государственное управление в области охраны труда осуществляют Президент Республики Беларусь, Правительство Республики Беларусь, республиканские органы государственного управления и иные государственные

организации, подчиненные Правительству Республики Беларусь, местные исполнительные и распорядительные органы в пределах своей компетенции. Президент Республики Беларусь определяет единую государственную политику в области охраны труда и осуществляет иные полномочия в этой области в соответствии с Конституцией Республики Беларусь, Законом «Об охране труда» и иными законодательными актами [5]. Руководители государственных органов, иных организаций независимо от форм собственности должны обеспечивать:

- здоровые и безопасные условия труда, промышленную, пожарную, ядерную и радиационную безопасность, безопасность движения и эксплуатации транспорта;

- систематический контроль физического состояния работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда или повышенной опасностью, путем проведения освидетельствований и (или) медицинских осмотров для исключения чрезвычайных происшествий и производственного травматизма;

- обеспечивать привлечение работников к дисциплинарной ответственности вплоть до увольнения за появление на работе в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, а также распитие спиртных напитков, употребление наркотических средств, токсических веществ в рабочее время или по месту работы, а также за нарушение требований по охране труда, повлекшее увечье или смерть других работников [6].

Примерами нововведений в области промышленной безопасности и охране труда в Республике Беларусь являются:

- система сертификации промышленной безопасности: предполагает обязательное получение соответствующих сертификатов для предприятий, занимающихся опасными видами деятельности, и включает в себя регулярные проверки оборудования, обучение персонала и соблюдение стандартов безопасности.

- программы обучения и сертификации работников: предприятия обязаны предоставлять обучение по вопросам безопасности и охраны труда своим работникам. Работники, занятые на опасных участках, должны иметь соответствующие сертификаты и проходить периодические обучения для поддержания своих знаний в актуальном состоянии.

- системы мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций: включают в себя автоматизированные системы контроля над параметрами безопасности, а также разработанные планы эвакуации и мероприятия по ликвидации аварийных ситуаций.

Таким образом, роль промышленной безопасности и охраны труда в развитии промышленности и экономики Республики Беларусь несомненно огромная. Обеспечение безопасных условий труда и предотвращение промышленных аварий становятся ключевыми факторами, способствующими устойчивому росту производства и улучшению общей экономической ситуации страны. Принятие современных стандартов и технологий в области

промышленной безопасности не только защищает здоровье и жизни работников, но и содействует повышению производительности и эффективности предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Производственный контроль в области промышленной безопасности. [Документ] <https://zhitkovichi.gov.by/uploads/documents/2023/Prilozhenie-1.docx>: (дата последнего обращения: 01. 11. 2023 г.)
2. Основы промышленной безопасности / Е.В. Глебова, А.В. Коновалов – Москва, 2015. – 9 с.
3. Промышленная безопасность [Электронный ресурс]. <https://laboratoria.by/stati/promyshlennaja-bezopasnost> (дата последнего обращения: 01. 11. 2023 г.).
4. Промышленная безопасность: происхождение, для чего нужна, меры и стандарты [Электронный ресурс]. <https://ru.sperohope.com/seguridad-industria> (дата последнего обращения: 27. 10. 2023 г.)
5. Регулирование общественных отношений в области охраны труда [Электронный ресурс]. <http://mshp.gov.by/special/ru/ohrana-ru/view/regulirovanie-obschestvennyh-otnoshenij-v-oblasti-oxrany-truda-974/>: (дата последнего обращения: 01. 11. 2023 г.)
6. Права и гарантии молодым специалистам: методические рекомендации / В. А. Бурдукевич, Н. И. Купрейчик – Белорусский профсоюз работников здравоохранения, Минск, 2010. – 35–36 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ

Мухидова З.Ш., Пулатова Э.К., Хакимов А.М.

Филиал Астраханского ГТУ в Ташкентской области

Несмотря на то, что технические системы (ТС) контроля пожарной безопасности производств нефтегазовых комплексов (НГК) в основном часто эксплуатируются в сферах критических приложений, к ним предъявляются повышенные требования с позиций надежного бесперебойного функционирования в экстремальных ситуациях. К последним в рассматриваемой структуре относятся не запланированные отключения питания, возникновение пожароопасных ситуаций. Помимо естественного снижения ресурса ТС, они подвержены влиянию различных деструктивных явлений, связанных с кризисными ситуациями (КС) различной (техногенной, природной и других) природы. Для корректности рекомендаций, мы рассматриваем совокупность исследуемых вопросов на примере обеспечения пожарной безопасности объектов нефтегазового комплекса.

С точки зрения управления безопасностью сложного объекта, следует рассмотреть воздействие различных видов ЧС, отражающихся на снижении ресурса ТС, снижении качества организации технологического контроля.

Причинно-следственный анализ, естественно указывает на необходимость первоочередного рассмотрения ЧС, связанных с пожароопасными ситуациями. Предопределить место, время и масштабы возникновения ЧС удается в исключительных случаях. Поэтому актуальными являются прогноз успешной ликвидации последствий ЧС (восстановления жизнеспособности ТС) и обоснования ресурсной потребности в трудовых и материально-технических средствах, а также определение приоритетно первично пребывающей группы, ее состав и техническое обеспечение.

С точки зрения моделирования процесс восстановления ТС (сторона А), при ликвидации последствий кризисных ситуаций (аварий, пожаров, пожароопасных ситуаций) на объектах НГК (сторона Б) может рассматриваться как конфликтная ситуация и наиболее соответственно описывается в терминах теории игр [1].

Рассмотрим стратегии сторон:

- первой, состоящей в использовании технических устройств (ТУ), объединенной ТС, диагностики ее работоспособного состояния, обнаружения пожароопасного состояния, включающего методы ее прогнозирования;

- противоположной – конфликтующей стороне использующей стратегию, включающую констатацию пожароопасной ситуации конкретной разновидности и причины возникновения.

В работе рассматриваются различные сочетания стратегий, в том числе минимаксные – в терминах теории игр соответствующие седловой точке.

В результате определения оптимальной, расчетной доли используемых ТС конкретного вида, сотрудники служб технического обеспечения и безопасности конкретного объекта НГК, имеют возможность сформулировать требования к оптимальному процентному составу ТС рассматриваемого вида, или иначе материально-техническому обеспечению структуры (службы).

Расчетом потребности в ТС заданного вида, соответствующая служба обретает возможность формализации наиболее жестких вариантов (условий) последствий и возможного ущерба от пожара (ЧС) и планирования уровня оперативности ликвидации ее последствий.

Следующий, немаловажный аспект задачи. Взаимодействие конфликтующих сторон, их рациональное поведение предлагается характеризовать посредством игры, исходные данные для которой представляются в виде так называемой платежной матрицы, с матричным элементом, имеющим смысл эффективности предотвращения, прогноза, раннего обнаружения кризисной ситуации-пожара, ликвидации последствий ЧС конкретного вида, при использовании ТС заданной модификации.

Вопрос о количественном выражении матричного элемента достаточно сложен, решается неоднозначно и определяется спецификой и в рамках конкретной задачи.

В работе рассматривается одно из его выражений. В практике экстремальных служб основным теоретическим методом является прогноз факторов на предстоящий плановый (месяц, квартал, год) цикл, возможных последствий (гибель людей, выход из строя систем жизнеобеспечения, материальный ущерб, радиоактивное заражение) при ЧС известного характера (техногенная, природно-климатическая, экологическая), которые в большинстве случаев сопровождаются взрывами с последующим пожаром.

Так, наибольшая опасность предполагается в случаях обозначенного состава ЧС определенного вида, когда их последствия оказываются наиболее тяжелыми, а эффективность применяемых ТС минимальной. При составлении планов прогнозных работ следует ориентироваться именно на этот наихудший вариант последствий ЧС. В формате поставленной задачи рассматривался не мало важный для практики случай. Наряду с показателем эффективности выявления пожаровзрывоопасных ситуаций конкретного вида, применяя ТС соответствующего класса и модификации, был привлечен к исследованию также стандартный показатель сработки автоматической системы пожаротушения, который характеризует экономический срез задачи. В общем случае таким показателем, объединившим многие аспекты настоящей задачи, является нормативный показатель, характеризующий объем ТС, который можно максимально освоить.

Таким образом, применение игровой модели и возможных вариантов применяемых ТС и их модификаций, позволяет вскрыть механизм взаимодействия конфликтующих сторон: восстановление технической системы; ликвидация последствий пожара (ЧС) [2].

В результате решения игровой задачи в предложенной постановке удастся найти: оптимальный, расчетно-процентный состав используемых ТС определенного вида; процентную долю пожара (ЧС) конкретного вида, отражающую заранее просчитываемые, наиболее тяжелые последствия пожара (ЧС), на котором следует базировать прогноз на обозначенный период риска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, Н.Н. Теория игр. – М.: Наука, 1985 г. – 147 с.
2. Костомаров, А.В. Обоснование ресурсной потребности групп риска в чрезвычайных ситуациях и при террористических актах // Материалы 10-й международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем», М., 2003, с. 89–93.

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

Салега М.И., Антоненков А.И.

Белорусский государственный экономический университет

Промышленная безопасность опасных производственных объектов – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий.

Промышленная безопасность не является составной частью охраны труда. Можно сказать, что это пересекающиеся множества. Основная цель промышленной безопасности – предотвращение и/или минимизация последствий аварий на опасных производственных объектах. Авария – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ. Основная цель охраны труда – сохранение жизни и здоровья работников. Т.е. вполне возможны аварии, которые не причиняют вред жизни и здоровью работников, и, наоборот, вред жизни и здоровью работников может быть причинен без аварий [1].

В целях реализации Директивы Президента Республики Беларусь от 11 марта 2004 г. № 1 «О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины» и Закона Республики Беларусь от 05.01.2016 № 354 «О промышленной безопасности» проведено обследование подчиненных организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, и была проведена оценка состояния промышленной безопасности на взрывоопасных производствах.

Руководителям организаций (субъектам промышленной безопасности) в целях обеспечения соблюдения требований законодательства в области промышленной безопасности:

- допускать к работе, выполнению работ на опасном производственном объекте и (или) потенциально опасном объекте работников, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям, прошедших проверку знаний по вопросам промышленной безопасности, имеющих при себе удостоверение и не имеющих медицинских противопоказаний к выполнению указанной работы;

- обеспечивать:

- проведение идентификации принадлежащих ему опасных производственных объектов;
- проведение экспертизы промышленной безопасности, технического диагностирования, технического освидетельствования, испытаний потенциально опасных объектов, технических устройств в установленные сроки;
- проведение подготовки и проверки знаний по вопросам промышленной безопасности работников;

- регистрацию опасных производственных объектов в государственном реестре, внесение при необходимости изменений в сведения, содержащиеся в государственном реестре опасных производственных объектов;
- разработку, оформление и представление деклараций промышленной безопасности для опасных производственных объектов I и II типов опасности, внесение в них изменений и (или) дополнений;
 - отстранять от работы на опасном производственном объекте и (или) потенциально опасном объекте работников, не прошедших в установленных законодательством случаях и порядке проверку знаний по вопросам промышленной безопасности;
 - осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности на эксплуатируемых опасных производственных объектах и (или) потенциально опасных объектах;
 - принимать меры по:
 - предотвращению проникновения на опасный производственный объект и (или) потенциально опасный объект посторонних лиц;
 - созданию инженерных систем контроля и наблюдения, систем оповещения и связи, средств и систем защиты, поддержанию их в исправном состоянии, а также по созданию и оснащению учебных полигонов, тренажеров для отработки практических навыков, необходимых при авариях и инцидентах;
 - предупреждению аварий и инцидентов на принадлежащих ему опасных производственных объектах и (или) потенциально опасных объектах;
 - выполнять законные требования (предписания) органа, осуществляющего государственный надзор в области промышленной безопасности, органа, осуществляющего ведомственный контроль в области промышленной безопасности;
 - в случаях выявления нарушений законодательства, создающих угрозу промышленной безопасности, причинения вреда жизни, здоровью, окружающей среде, приостанавливать эксплуатацию принадлежащих ему опасного производственного объекта и (или) потенциально опасного объекта, технического устройства самостоятельно или по требованию (предписанию) органа, осуществляющего государственный надзор в области промышленной безопасности, или органа, осуществляющего ведомственный контроль в области промышленной безопасности;
 - своевременно информировать об инциденте на принадлежащих ему опасном производственном объекте и (или) потенциально опасном объекте либо об угрозе их возникновения в соответствии с законодательством о защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
 - разрабатывать и проводить мероприятия по локализации и ликвидации аварий и инцидентов, их последствий на принадлежащих ему опасном производственном объекте и (или) потенциально опасном объекте, оказывать содействие государственным органам в техническом расследовании причин таких аварий и инцидентов;
 - обучать своих работников действиям в случае аварии или инцидента;

- принимать участие в техническом расследовании причин аварии, проводить техническое расследование (принимать участие в техническом расследовании) причин инцидента на принадлежащих ему опасном производственном объекте и (или) потенциально опасном объекте;

- вести учет аварий и инцидентов на принадлежащих ему опасном производственном объекте и (или) потенциально опасном объекте, анализировать причины их возникновения [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. (<https://bobruiskagromach.com/about/labor-protection-and-industrial-safety/industrial-safety.php>, б.д.)
2. (<https://www.mshp.gov.by/ru/prom/view/obespechenie-promyshlennoj-bezopasnosti-3312/>, б.д.)

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ЛИТЕЙЩИКОВ И МЕТАЛЛУРГОВ

Ушакова И.Н.¹, Довнар Г.В.¹, Рыжова Т.В.²

¹Белорусский национальный технический университет

²Филиал БНТУ «Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ» (ИПКиПК)

Проведение курсов повышения квалификации и переподготовки для литейщиков и металлургов в области промышленной безопасности способствует уменьшению травматизма и аварий на предприятиях металлургического производства.

В металлургическом и литейном производстве промышленная безопасность определяется наличием большого количества опасных производственных объектов и потенциально опасных объектов, таких как металлургические печи, транспортная система, формовочное и обрубочное оборудование и др. На работающих действуют производственные факторы: тепловое излучение, загазованность, запыленность, шум, вибрация. Обеспечение промышленной безопасности данных производств включают вопросы взрывопожароопасности. Уровень травматизма в литейных цехах, к примеру, превышает в 1,4–2,3 раза общезаводские показатели. Поэтому вопросы повышения квалификации специалистов и рабочих литейного и металлургического производства в области промышленной безопасности имеют особую актуальность. В связи с высоким травматизмом и профессиональной заболеваемостью в Республике Беларусь установлен закон «О промышленной безопасности», который устанавливает требования к эксплуатации опасных производственных объектов и потенциально опасных

объектов, порядок организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности и др., следовательно, повышаются требования к уровню их образования. В свете данного закона безопасность металлургических процессов и оборудования должны обеспечить руководители предприятий и специалисты.

Филиал БНТУ ИПКиПК значительное внимание уделяет организации обучения в целях повышения промышленной безопасности объектов металлургического производства. Регулярно проводятся тематические курсы повышения квалификации специалистов «Ответственные за безопасное ведение работ и техническое руководство в металлургическом производстве», подконтрольные Госпромнадзору Республики Беларусь. Знания в области промышленной безопасности – обязательные условия для успешной реализации целей и задач профессиональной деятельности литейщиков и металлургов безопасного труда. Курсы проводятся с отрывом от производства с использованием материальных ресурсов и методического обеспечения ИПКиПК и механико-технологического факультета БНТУ. Организуются выездные занятия на предприятиях. Лекции читают профессора и доценты БНТУ, инспектора Госпромнадзора Республики Беларусь. На курсах рассматриваются основные законодательные правовые акты по промышленной безопасности: Закон Республики Беларусь «О промышленной безопасности», Закон Республики Беларусь «Об охране труда», «Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований безопасности на опасных производственных объектах». На курсах уделяется внимание изучению новых нормативно-правовых актов по промышленной безопасности. Слушателям предлагается компьютерная обучающая программа, включающая «Правила по обеспечению промышленной безопасности при получении, транспортировании, использовании расплавов черных и(или) цветных металлов и сплавов на основе этих расплавов», вопросы организации системы управления охраной труда на предприятии (СУОТ), аттестации рабочих мест, электробезопасности. Учебный план курсов включает порядок организации и проведение работ повышенной опасности, обязанности руководителей и специалистов по обеспечению безопасности производственных процессов в свете требований Законов «Об охране труда», «О промышленной безопасности».

При проведении курсов повышения квалификации обязательным является проведение круглых столов с выступление слушателей, которые ставят проблемные вопросы, совместно с преподавателями обсуждаются пути их решения.

Для слушателей подготавливается справочно-информационный раздаточный материал, содержащий нормативно-правовые акты, новейшие достижения в области промышленной безопасности литейного и металлургического производства.

Курсы повышения квалификации специалистов направлены на решение конкретных производственных задач по промышленной безопасности, а также обеспечение интеграции образования, науки и производства, консультативную

помощь по внедрению в практику знаний. Специалисты, прошедшие обучение на этих курсах, сдают экзамены в Госпромнадзоре по программе, рекомендованной Госпромнадзором Республики Беларусь. Выдаются удостоверения, которые заверяются печатью Госпромнадзора. Специалисты получают также свидетельства о повышении квалификации государственного образца Республики Беларусь.

Новым направлением в дополнительном образовании специалистов металлургического производства является переподготовка специалистов на базе высшего образования, что позволит устранить все несоответствия такому документу, которыми являются «Правила по обеспечению промышленной безопасности при получении, транспортировании, использовании расплавов черных и(или) цветных металлов и сплавов на основе этих расплавов». На предприятиях зачастую должности инженеров металлургического профиля занимают инженеры, получившие высшее образование по сельскохозяйственным, строительным, геодезическим, радиотехническим, экономическим и другим специальностям. Одной из новых категорий обучающихся могут быть студенты старших курсов, желающие получить две профессии, они могут пройти переподготовку по специальности «Литейное производство черных и цветных металлов» с присвоением квалификации инженер. Учебный план переподготовки содержит дисциплины по охране труда и промышленной безопасности.

Каждой из этих категорий специалистов прежде всего нужна уверенность в том, что сегодня, завтра их знания и умения будут востребованы. Поэтому, выход один – учиться. Обретая навыки по промышленной безопасности металлургии и литейного производства, слушатели повышают свою ценность на рынке труда, в случае безработицы имеют спрос. Новый уровень квалификации дает новое понимание профессии, более высокие шансы победы в конкурентной борьбе.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Юркевич А. И., Олихвер В. А.

Университет гражданской защиты

Создание безопасных и безвредных условий труда на производстве является общегосударственной задачей и предметом постоянного внимания управленческих и профсоюзных органов Республики Беларусь. Концепция государственного управления охраной труда в республике, утвержденная Советом Министров Республики Беларусь в 2005 г., нацеливает нанимателя на профилактику травматизма и обеспечение безопасных и здоровых условий труда всех трудящихся [1]. В современном мире состояние безопасности

жизнедеятельности человека может служить достоверным критерием уровня экономического развития государства и его стабильности [2].

Филиал РУП «Витебскэнерго» Лукомльская ГРЭС – передовая станция объединенной энергетической системы страны. За более полувековой период работы она смогла добиться высоких технико-экономических показателей, в том числе благодаря внедрению новых технологий, рационализации и изобретательству. Проводимая работа позволила повысить надежность и экономичность основного и вспомогательного оборудования, сэкономить материальные, топливно-энергетические ресурсы, улучшить условия труда и усовершенствовать работу персонала. Ежегодно она вырабатывает более 30 % от общего объема производимой в республике электроэнергии.

Таблица 1. – Установленная электрическая мощность генерирующих энергоисточников РУП «Витебскэнерго» на 01.01.2023

Наименование энергоисточников РУП «Витебскэнерго»	Установленная электрическая мощность, МВт
Лукомльская ГРЭС	2 889,5
Новополоцкая ТЭЦ	270
Витебская ТЭЦ	80
Белорусская ГРЭС	1,5
Оршанская ТЭЦ	79,785
Полоцкая ТЭЦ	7,7
Восточная мини-ТЭЦ	3,5
Мини-ТЭЦ «Барань»	3,25
Витебская ГЭС	40
Полоцкая ГЭС	21,66
Богинская ГЭС	0,958
Клястицкая ГЭС	0,52
Лепельская ГЭС	0,32
Лукомльская ГЭС	0,3
Браславская ГЭС	0,3
Гомельская ГЭС	0,25
Добромысленская ГЭС	0,212

Таблица 2. – Производство электроэнергии составляет 10–13 млрд кВт·ч в год

Наименование филиала	Выработка электрической энергии, млн. кВтч (2022 г.)	Доля в структуре %
Лукомльская ГРЭС	9562,628	85,9%
Новополоцкая ТЭЦ	720,958	6,5%
Витебская ТЭЦ	265,744	2,4%
Оршанская ТЭЦ	241,167	2,2%
Полоцкая ТЭЦ	54,353	0,5%
Белорусская ГРЭС	13,317	0,1%
Витебские ТС	28,069	0,2%
Гидроэлектростанции	242,199	2,2%
РУП «Витебскэнерго»	11128,435	100,0%

Ежегодно в связи с нарушением требований безопасности труда на предприятиях республики травмируется более 5 тыс. работников. Из них около 200 человек погибают, а свыше 800 получают тяжелые травмы. Как правило, причинами аварий и несчастных случаев являются служат технические факторы – конструктивные недостатки или неисправность машин и механизмов, несовершенство технологических процессов, отсутствие либо выход из строя защитных средств и т. п. [1].

На территории объекта Лукомльской ГРЭС оборудованы и состоят на учете 4 опасных производственных объекта, которые могут послужить эпицентрами чрезвычайных ситуаций, аварий или инцидентов.

Опасный производственный объект № 1 – котлотурбинный цех, на котором эксплуатируются потенциально опасные объекты, работающие под давлением более 1 МПа; с температурой рабочей среды 150 °С и более; грузоподъемные краны мостового типа грузоподъемностью 20 тонн и более. В состав опасного производственного объекта входят:

1. Грузоподъемные краны – 12 шт. (мостовой кран – 6 шт.; полукозловый кран – 3 шт.; кран козловый – 3 шт.);
2. Лифты – 10 шт. (лифт грузовой – 8 шт.; лифт пассажирский – 2 шт.);
3. Котлы – 8 шт.;
4. Котлы котельной – 2 шт.;
5. Сосуды под давлением – 89 шт.;
6. Трубопроводы под давлением – 120 шт.;
7. Газопроводы – 16 шт.

Опасный производственный объект №2 – площадка электрического цеха, цех централизованного ремонта, на которых эксплуатируются потенциально опасные объекты, работающие под давлением более 1 МПа. В состав опасного производственного объекта входят:

1. Воздухосборники – 15 шт.;
2. Ресиверы – 20 шт. (ресивер H_2 – 13 шт.; ресивер CO_2 – 7 шт.).

Опасный производственный объект № 3 – площадка парогазовой

установки, на которой эксплуатируются потенциально опасные объекты, работающие под давлением более 1 МПа; трубопроводы пара и горячей воды; сосуды, работающие под давлением пара (газа), воды, газопроводы и газовое оборудование газотермической установки с избыточным давлением газа более 1,2 МПа, грузоподъемные краны мостового типа грузоподъемностью 20 тонн и более. В состав опасного производственного объекта входят:

1. Грузоподъемные краны – 3 шт. (мостовой кран – 3 шт.);
2. Лифты – 1 шт. (лифт пассажирский – 1 шт.);
3. Сосуды под давлением – 13 шт.;
4. Трубопроводы под давлением – 3 шт.;
5. Газопроводы – 13 шт.

Опасный производственный объект № 4 – топливно-транспортный цех, на котором эксплуатируются потенциально опасные объекты, работающие при температуре рабочей среды 150 °С и более. В состав опасного производственного объекта входят:

1. Подогреватель мазута – 16 шт.

Кроме опасных производственных участков на объекте также расположен объект с наличием химикатов – Здание цеха химводоочистки. В технологическом процессе водоочистки используются следующие химически опасные вещества:

1. Гидроксид натрия. Месторасположение: склад жидких реагентов ХВО. 3 бака объемом 75 м³ каждый. Фильтровой зал ХВО. 2 бака (мерник щелочи) объемом 4 м³ каждый.

2. Водный аммиак. Месторасположение: склад аммиака ХВО. Рабочий раствор аммиака 2 бака объемом 40–60 м³ каждый. Склад аммиака ХВО. Концентрированный раствор аммиака 1 бак объемом 75 м³.

3. Серная кислота. Месторасположение: склад жидких реагентов ХВО. 3 бака объемом 75 м³ каждый. Фильтровой зал ХВО. 3 бака (мерник кислоты) объемом 4 м³ каждый.

Статистические сведения по отказам в работе оборудования на опасных производственных участках филиала «Лукомльская ГРЭС» РУП «Витебскэнерго» приведена в диаграмме 1.1

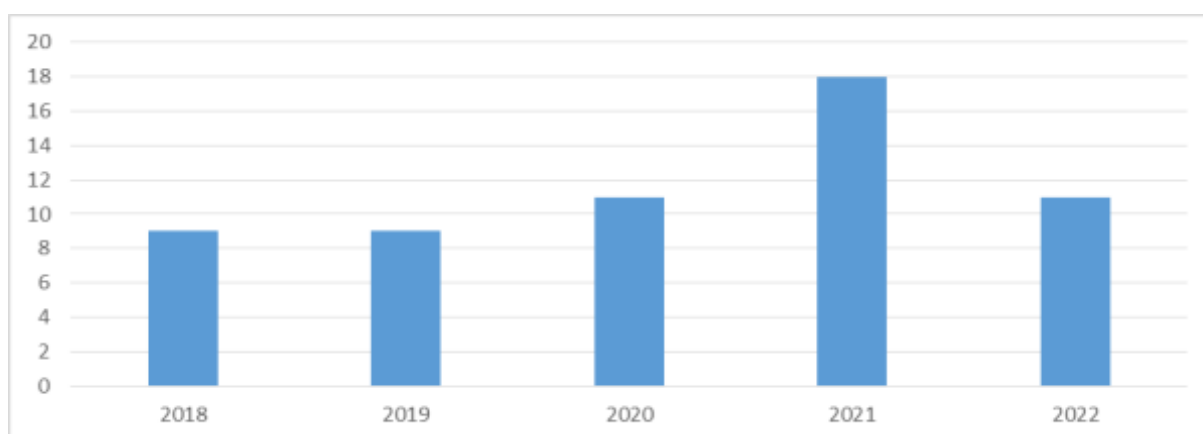


Диаграмма 1.1. – Количество отказов в работе оборудования на объекте филиала «Лукомльская ГРЭС»

Обеспечение функционирования объектов энергетики в штатном режиме крайне необходимо, поскольку отключенными оказываются жизненно важные промышленные, медицинские и оборонные предприятия. Решение проблем безопасности требует активного участия всех членов общества, высокого гражданского самосознания, внутренней дисциплины. Реализация этих принципов может быть достигнута только на основе организации обязательной системы непрерывного образования руководящего состава объекта, формировании у специалистов мышления, основанного на глубоком осознании основного принципа – безусловности приоритетов безопасности человеческой жизни при решении любых производственных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Челноков, А. А. Охрана труда : учеб. пособие для студентов технологических специальностей / А. А. Челноков. –Мн. : БГТУ, 2006. – 294 с.
2. Лазаренков, А.М., Фасевич, Ю.Н. Курс лекций по дисциплине «Охрана труда» : электронное учебное пособие / К.Д. Яшин. –Мн. : БНТУ, 2019. – 174 с.

ОХРАНА ТРУДА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Фильченко Н.И., Антоненков А.И.

Белорусский государственный экономический университет

Основной принцип и главная задача охраны труда и техники безопасности – сохранение этих ценностей путем предотвращения производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. Именно на это направлены все мероприятия по охране труда в организациях.

В Республике Беларусь вопросам безопасности труда придается безусловное приоритетное значение. Право работника на безопасный труд – одна из важнейших гарантий в области труда, установленных Конституцией Республики Беларусь.

Отличительная черта политики в области охраны труда в Республике Беларусь – это активное влияние государства на процессы в сфере охраны труда через доступные ему механизмы и процедуры. Это, прежде всего, разработка и принятие законодательства, которое устанавливает обязательные требования и гарантии, определяет компетенцию в области охраны труда всех заинтересованных.

На сегодняшний день в республике создана развитая законодательная база в области охраны труда, которая учитывает имеющийся положительный международный опыт и многолетнюю практику регулирования этих вопросов на национальном уровне.

Основным нормативным документом в области охраны труда является Закон Республики Беларусь «Об охране труда», который был принят в 2008 году.

На основании данного закона создана целостная и взаимоувязанная система управления охраной труда, определяющая роль и задачи каждого из участников процесса обеспечения безопасных условий труда на всех уровнях: от республиканского уровня до конкретных организаций, должностных лиц и работников. Она позволяет комплексно решать вопросы обеспечения безопасности на рабочих местах, создавая необходимые условия для реализации права на работу в безопасных условиях труда, а также на защиту работником своих прав и получение соответствующих компенсаций при наступлении несчастного случая на производстве или профессионального заболевания.

Система обязательного страхования от несчастных случаев на производстве, формируемая за счет взносов работодателей, обеспечивает социальную защиту работников, получивших производственную травму или профессиональное заболевание.

В республике на законодательном уровне урегулированы вопросы обучения работников и руководителей по вопросам охраны труда, проведения медицинских осмотров работающих, предоставления средств индивидуальной и коллективной защиты, расследования несчастных случаев на производстве.

Осуществляется мониторинг вредных условий труда путем проведения в организациях аттестации рабочих мест по условиям труда. Работникам, работающим во вредных условиях труда, предоставляются компенсации по условиям труда: право на повышенную оплату труда, сокращенный рабочий день, дополнительный трудовой отпуск.

Для отдельных категорий работников предусмотрена возможность более раннего выхода на пенсию – на 5 и 10 лет. В этих целях с 2009 года в республике специальным законом введена система профессионального пенсионного страхования, основанная на дополнительных взносах работодателей в зависимости от наличия у них рабочих мест с вредными условиями труда.

В целях обеспечения прав граждан на безопасный труд в Республике Беларусь с 1993 года введен институт государственного надзора за соблюдением законодательства об охране труда. В настоящее время его осуществляет специально созданный надзорный орган – Департамент государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь. В решении вопросов охраны труда активно участвуют и социальные партнеры. Закон Республики Беларусь "О профессиональных союзах" наделил профсоюзы правами по защите прав работников на безопасные условия труда в рамках общественного контроля.

Меры по обеспечению безопасного труда являются неотъемлемой частью общей системы управления организацией. В этой работе учитываются особенности конкретного предприятия, те риски, с которыми связаны осуществляемые на нем производственные процессы.

Учесть данные особенности и обеспечить комплексную работу по управлению рисками в области охраны труда призвана система управления охраной труда. Закон Республики Беларусь "Об охране труда" обязывает

нанимателя разрабатывать, внедрять и поддерживать функционирование системы управления охраной труда.

Для оказания помощи нанимателям разработаны Рекомендациями по разработке системы управления охраной труда в организации, действует национальный стандарт СТБ ISO 45001-2020 «Системы менеджмента здоровья и безопасности при профессиональной деятельности. Требования и руководство по применению».

Весь комплекс мероприятий в области охраны труда, от принятия законодательства и разработки систем управления охраной труда до государственного надзора и общественного контроля, направлен на решение одной главной задачи – сокращение производственного травматизма. В Республике Беларусь в этом вопросе удалось достичь положительных результатов.

По сравнению с показателями 1991 года в 2023 году:

- количество работников, получивших травмы на производстве, сократилось в 13 раз;
- показатели смертельного травматизма снизились в 4 раза;
- коэффициент частоты травматизма со смертельным исходом на 100 тыс. работающих снизился с 8,7 в 1991 году до 3,4 в 2023 году и находится на уровне европейских стран.

В Республике Беларусь принят Закон № 356 – З «Об охране труда» от 23 июня 2008 года, основное содержание которого посвящено организации безопасного труда. Этот Закон нас обязывает выполнять ряд мероприятий для безопасности жизни и здоровья работающих в процессе трудовой деятельности.

Иногда случается так, что охрана труда для руководителей предприятий представляется только бюрократической обузой. Они не воспринимают всерьез установленные требования, считая, что их деятельность не представляет никакой опасности, и относятся формально к этим вопросам, поскольку главной своей целью считают получение максимальной прибыли. И в таких ситуациях больше уделяют внимание оформлению документов по охране труда, чем реальным мероприятиям по организации безопасных условий для сотрудников.

Многие руководители организаций без ведомственной подчиненности, их заместители, главные инженеры и вовсе не знакомы с правилами охраны труда. Судите сами: за январь-декабрь нынешнего года в комиссию Мингорисполкома по проверке знаний по вопросам охраны труда было подано 6 959 заявок. Прошли проверку 4 529 человек, не сдали экзамен 1 392, а 1 038 вовсе на него не явились. 30 % специалистов руководящего звена не справляются с заданиями с первого раза, за повторный провал на экзамене были отстранены от выполнения работ 177 специалистов. Кроме того, информация о 227 руководителях, не прошедших своевременно проверку знаний, направлена в Минское городское управление Департамента государственной инспекции труда для привлечения их к административной ответственности. Штраф составляет от 5 до 40 базовых величин.

Что грозит за несоблюдение требований охраны труда?

В Законе № 356 – З «Об охране труда» представлен внушительный список обязательных для выполнения положений. Среди них: инструктажи по охране труда, организация контроля над состоянием условий труда на рабочих местах, осуществление безопасности производственных процессов, строгий режим и т. д. Все мероприятия по охране труда должны проводиться регулярно.

Законодательством также установлена административная и уголовная ответственность за нарушения требований по охране труда для руководителей и работников, а именно:

- нарушение требований по охране труда, содержащихся в нормативных правовых актах, влечет наложение штрафа в размере от 5 до 40 базовых величин;
- повторное нарушение в течение одного года после наложения административного взыскания – от 15 до 50 базовых величин.

А за нарушение правил по охране труда, повлекшее по неосторожности смерть человека либо причинение тяжкого телесного повреждения двум или более лицам, наказывается ограничением свободы на срок от 3 до 7 лет.

Чтобы избежать наказания требуется делать следующие вещи:

1. Обязательно создайте на предприятии надежную систему охраны труда.
2. Назначьте ответственных за охрану труда.
3. Позаботьтесь о разработке и утверждении необходимой документации: положения о службе охраны труда, программы проведения инструктажей, инструкции по охране труда, инструкции о проведении контроля, плана мероприятий по улучшению условий труда, заведите необходимые журналы по охране труда.
4. Регулярно проводите инструктажи по охране труда.
5. Проведите аттестацию рабочих мест.
6. Обеспечьте проведение медицинского осмотра на предприятии – это неотъемлемая часть системы охраны труда. Сотрудникам, работающим в опасных условиях, должна выплачиваться компенсация (путевки в санаторий, молочные продукты и пр.).
7. Не забудьте обеспечить своих сотрудников необходимыми средствами индивидуальной защиты.
8. Осуществляйте постоянный контроль над соблюдением норм по охране труда при выполнении работ и в случае необходимости улучшайте условия труда. Обычно все фиксируется (в т. ч. несчастные случаи и проверка знаний трудящихся) в журнале с отчетами о контроле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана труда в Беларуси | Официальный интернет-портал Президента Республики Беларусь (president.gov.by)
2. Охрана труда на предприятии в РБ, разработка основных документов (standartno.by)

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД НА УСТОЙЧИВОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Павловский С.В., Амелянчик А.М.

Университет гражданской защиты

В современных условиях промышленное производство является неотъемлемой частью экономики многих стран. Однако, вместе с ростом производительности и объемов производства, возникает проблема утилизации отходов и сточных вод, которые образуются в результате деятельности предприятий. Химический состав сточных вод может значительно отличаться в зависимости от вида производства, что в свою очередь оказывает влияние на устойчивость ограждающих конструкций очистных сооружений.

Очистные сооружения промышленных предприятий играют важную роль в поддержании экологической безопасности и предотвращении загрязнения окружающей среды. Однако, неконтролируемое воздействие сточных вод на ограждающие конструкции может привести к их разрушению и чрезвычайным ситуациям, таким как прорывы и аварии.

Исследования показывают, что химический состав сточных вод является одним из основных факторов, влияющих на устойчивость ограждающих конструкций. Высокая концентрация определенных веществ, таких как кислоты, щелочи, тяжелые металлы и другие токсичные вещества, может вызвать коррозию материалов и деградацию структурных элементов. Это может привести к потере прочности и надежности сооружений, а также повысить риск возникновения аварийных ситуаций.

Основной химический элемент этих загрязнений – азот. В бытовых водах содержится примерно 60 % загрязнений органического происхождения и 40 % минерального. В производственных сточных водах это соотношение может быть иным и изменяется в зависимости от вида обрабатываемого сырья и технологического процесса производства. Одной из основных характеристик бытовых сточных вод является биоразлагаемость (биodeградация или подверженность биологической очистке), которая зависит от имеющегося баланса питательных для бактерий веществ (азота и фосфора).

Промышленные предприятия очистных сооружений в республике Беларусь представляют собой объекты, осуществляющие очистку сточных вод, воздуха и отходов, выделяемых промышленными комплексами и предприятиями. Целью очистных сооружений является минимизация негативного воздействия на окружающую среду и обеспечение соблюдения экологических норм и стандартов.

Для предотвращения чрезвычайных ситуаций необходимо проводить регулярный мониторинг химического состава сточных вод и анализировать его влияние на ограждающие конструкции. Также важно разрабатывать

и применять специальные методы и технологии очистки сточных вод, которые позволят минимизировать их негативное воздействие на сооружения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
2. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии (для данного курса представляют интерес разделы «Экосистемы природных сред и сооружений биологической очистки», «Антропогенные факторы загрязнения», «Биотрансформация соединений азота и серы»). Учеб пособ. – М.: Мир, 2006. – 224–225 с.
3. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 125–130 с.
4. Пугачев Е.А. Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод. – 2010. – 55–67 с.

БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Иванистов А.С., Аушев И.Ю.

Университет гражданской защиты

Производство зерновых культур – одна из основных отраслей сельскохозяйственного производства. Предприятия, осуществляющие производство зерна, а также хранение и переработку зерна выполняют ключевую производственную функцию – обеспечение населения продуктами питания, обладающими высоким потребительским и коммерческим спросом. Подобные предприятия являются фундаментом социально-экономического развития государства.

Вместе с тем, предприятия по хранению и переработке зерна – это потенциально опасные объекты в области промышленной безопасности [1]. Большая часть аварийных взрывов на подобных объектах начинается с первичных взрывов в производственном оборудовании. Именно отсутствие либо низкая эффективность средств взрывозащиты производственного оборудования приводит к масштабным разрушительным последствиям и способствует распространению взрыва во все смежные участки производства.

Пыль – совокупность мельчайших твердых частиц, способных находиться в воздухе во взвешенном состоянии. К пылям принято относить мелкодисперсные твердые вещества и материалы с размером частиц менее 850 мкм [2]. При распределении в воздухе пылевых частиц образуется пылевоздушная смесь, называемая аэровзвесью, или аэрозолем. При оседании взвешенных в воздухе пылевых частиц на поверхности оборудования образуется слой пыли – аэрогель. Способность частиц переходить во взвешенное состояние в неподвижном воздухе зависит от их размера

и плотности. Скорость оседания отдельных частиц в спокойном воздухе также зависит от их размера и плотности, она измеряется от долей сантиметров в секунду до нескольких сантиметров в секунду. Например, максимальное давление взрыва частиц зерновых культур может варьироваться от 483 кПа (отруби пшеничные) до 770 кПа (крахмал зерновой).

Печальным примером чрезвычайной ситуации на объектах хранения и переработки зерна стала череда взрывов, произошедших в 1988 году на Томыловском элеваторе, расположенном в Самарской области Российской Федерации, которые привели к гибели персонала и последующим значительным материальным потерям [3]. Вопрос об опасности объектов хранения и переработки зерна характерен также и для стран дальнего зарубежья. Так, статистические данные по взрывам пыли на предприятиях хранения и переработки зерна в США свидетельствуют о 122 взрывах в период с 1993 по 2002 года, в результате которых погибли 16 человек, травмированы 149 человек, а общий экономический ущерб составил более 100 миллионов долларов США [4].

Анализ статистических данных свидетельствует о том, что из-за нарушения правил эксплуатации или неисправности оборудования происходит около 34 % взрывов от общего количества, около 22 % – в результате самовозгорания сырья и продуктов его переработки. Оставшимися причинами чрезвычайных ситуаций являются: «проведение огневых работ с нарушением требований взрывобезопасности», «нарушение правил эксплуатации зерносушильных установок», «нарушение правил пожарной безопасности» [5].

Увеличение эксплуатационной надежности производственного оборудования, повышение технического уровня его обслуживания и эксплуатации, применение специальных контролирующих и блокирующих устройств, технических средств предотвращения взрывов – главные направления, повышающие взрывобезопасность предприятий хранения и переработки зерна. Однако не исключена вероятность возникновения взрывов из-за случайных поломок оборудования, а также банального пренебрежения обслуживающим персоналом требований правил безопасности.

Таким образом, вопрос обеспечения безопасности объектов хранения и переработки зерна вследствие возможного выхода из строя технологического оборудования, а также человеческого фактора, является актуальным.

ЛИТЕРАТУРА

1. О промышленной безопасности [Электронный ресурс]: Закон Республики Беларусь, 5 янв. 2016 г., № 354-З : в ред. Закона Республики Беларусь от 28.05.2021 г. // ЭТАЛОН-ONLINE. Республика Беларусь / (ИПС) «ЭТАЛОН-ONLINE». – М., 2016.
2. Карауш, С.А. Основы процессов горения и взрывов [текст] : учебное пособие / С.А. Карауш. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2008. – 278 с.

3. Вогман, Л. Обнаружение и подавление очагов самонагревания и самовозгорания при хранении сырья и продукции / Л. Вогман // Комбикорма. – 2021. – № 11. – С. 34–39.

4. Теплов, А. Ф. Обеспечение взрывобезопасности на предприятиях хранения и переработки зерна – общая проблема / А. Ф. Теплов // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 1. – С. 65–66.

5. Пожарная безопасность на объектах зерноперерабатывающей промышленности : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 28 октября 2021 г. / ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России; редкол.: А. О. Новаков [и др.]. – Санкт-Петербург : ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2021. – С. 306–309.

Секция 3

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ: ТЕОРИЯ, ПРАКТИКА, ИННОВАЦИИ

АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОГО ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГИДРОСМЕСЕЙ

Гудков А.В., Стриганова М.Ю.

Университет гражданской защиты

Негативное влияние трубопроводного транспорта на окружающую природную среду достаточно велико и многообразно. При прокладке и реконструкции трубопроводов изменяются инженерно- геологические условия, образуются просадки и провалы, активизируются процессы заболачивания. В результате уничтожения естественных мест обитания и нарушения путей миграций уменьшается численность и состав животного мира.

Аварии на трубопроводном транспорте могут сопровождаться значительным материальным ущербом, вследствие загрязнения обширных территорий и водных бассейнов. Особую опасность загрязнения представляют места пересечения трубопроводов с водными объектами. По оценкам экспертов причинами разрыва трубопроводов являются гидроудары, перепады давления и вибрации; коррозионные процессы; природные явления и форс-мажорные обстоятельства.

Особенностью трубопроводного гидротранспорта является разнообразие перемещаемых сыпучих материалов: по крупности – от тончайших до крупных фракций, по плотности – от легких углей плотностью 1200–1300 кг/м³ до тяжелых руд и концентратов плотностью 4000–5000 кг/м³ и выше, а также по минералогическому и петрографическому составу.

В металлургической и горнодобывающей промышленности перемещаемыми сыпучими материалами являются [2]:

- шлак доменный гранулированный;
 - шлак плавильных печей;
 - окалина;
 - горелая земля;
 - уголь;
 - руда;
 - шлаки энергоустановок;
 - хвосты руд черных металлов и углей;
 - концентраты руд черных металлов, цветных и полиметаллических руд;
- В качестве несущей среды (жидкости) могут быть использованы
- вода при 0°–20 °С;

- спирт этиловый (96°);
- спирт метиловый (метанол);
- бензин при 15°–20 °С;
- керосин и дизельное топливо;
- солярное масло;
- нефть;
- хлористый натрий (26 % NaCl) при 20 °С.

Полностью исключить возможность возникновения аварий нельзя. Крайне важно исследовать наиболее важные факторы, которые могут привести к аварийным ситуациям. Первичным фактором является правильность и точность инженерных методов расчета гидротранспорта, которые сводятся к выбору диаметра и соответствующего оборудования.

Для определения гидравлических и технологических параметров должны быть установлены основные характеристики транспортирования, обеспечивающие наиболее эффективный режим движения гидросмеси и возможно больший срок службы труб и оборудования. Поэтому метод расчета должен базироваться на установлении критической скорости гидросмеси и соответствующего уклона (потерь напора). Режим транспортирования с критической скоростью является оптимальным с точки зрения обеспечения минимальных энергетических затрат.

Для выполнения расчета трубопроводов и установок гидротранспорта и правильного выбора типа транспортирующих устройств необходима подробная характеристика перемещаемых материалов: плотность, влажность, влагоемкость, слипаемость, угол естественного откоса, абразивность, гранулометрический состав и гидравлический размер частиц (скорость свободного падения частиц в воде).

Для изучения течения гидросмесей в трубах различными авторами выполнена определенная систематизация основных сведений о транспортируемых смесях, различающихся своими физико-химическими свойствами.

В справочном пособии [1] дана упрощенная классификация гидросмесей по крупности частиц и характеристике фракций: суспензии; тонкодисперсные; мелкодисперсные; крупнодисперсные; полидисперсные.

В [2] выделены виды смесей жидкости с твердыми частицами по преимущественному содержанию частиц определенного класса (50 мкм):

- коллоидные (с частицами размером по 1 мкм);
- структурные (с частицами размером 1–50 мкм);
- тонкодисперсные (с частицами размером 50–150 мкм);
- полидисперсные структурные (... 3 мм).

Существующие методы расчета гидротранспорта, основанные на использовании опытных данных в виде таблиц, номограмм и эмпирических формул, достоверны в относительно узком диапазоне конкретных измерений и не могут быть распространены на все возможные варианты транспортирования.

Разрабатываемый метод расчета учитывает повышенную транспортирующую способность несущей среды, образованной тончайшими

и тонкими фракциями материала, которые по сравнению с несущей жидкостью обладают более высокими значениями плотности и вязкости [3]. Это позволит определять параметры движения полидисперсных гидросмесей в турбулентных режимах с широким диапазоном крупности и плотности твердых частиц – от угольных, глинистых, цементных, рудных суспензий до крупнодисперсных гидросмесей.

Метод расчета основан на применении полуэмпирических и эмпирических формул для определения основных параметров гидротранспорта, различных таблиц и номограмм, обобщающих многочисленные опытные данные.

Полуэмпирические формулы с опытными коэффициентами для определения удельных потерь напора и критических скоростей транспортирования получены и уточнены с привлечением элементов теоретических разработок и физических представлений известных исследователей (М.А. Великанова, А.Е. Смолдырева, А.П. Юфина, Р.Уорстен и др.) о движении гидросмесей и принципах построения расчетных зависимостей.

Проблема расчета гидротранспортных систем включает в себя рассмотрение основных взаимовлияющих факторов с целью их оптимизации по минимуму энергетических затрат и обеспечения надежности транспортирования. К этим факторам относят концентрацию твердого в гидросмеси, диаметр трубопровода, рабочую и критическую скорости и удельные потери напора при движении гидросмеси.

Расчету основных гидравлических параметров, обеспечивающих эффективные режимы при скоростях $v = (1,15 \div 1,0)v_{кр}$, должны предшествовать обоснование и выбор важнейших технологических параметров гидротранспортных систем.

Общая расчетная схема гидротранспорта включает в себя:

Определение характеристик гидросмеси.

Определение режимов движения и параметров потока, включающих:

определение рабочей и критической скоростей гидросмеси по заданной или выбранной концентрации и по предварительно выбранному диаметру трубопровода;

окончательный выбор диаметра трубопровода по уточненной рабочей скорости гидросмеси (на 15–20 % превышающей критическую), обеспечивающего эффективный режим транспортирования по горизонтальному и вертикальному трубопроводам;

определение потерь напора и транспортирующей способности гидротранспортной системы.

Выбор насосного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев Г.П., Махарадзе Л.И., Гочиташвили Т.Ш. Напорные гидротранспортные системы. Справочное пособие. «Недра», Москва, 1991. – 304 с.
2. Смолдырев А.Е. Требопроводный транспорт (основы расчета). Изд. 3-е перераб. и доп. М.: Недра, 1980. – 294 с.
3. Бессолова Л.В. Исследование движения маточных растворов и пульп в трубопроводных системах сильвинитовых обогатительных фабрик сооружений / Л.В.Бессолова, М.Ю.Стриганова// Материалы Международного Конгресса «Экватек- 2000», Москва, 2000 г. С. 196–198.

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ РАЗБОРЧИВОСТИ СЛОВ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ РЕЧЕВЫХ СООБЩЕНИЙ СИСТЕМОЙ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д., Бобин Р.Т., Подольницкий А.Ф.

Университет гражданской защиты

При проектировании речевых систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре для передачи сообщений применяются различные речевые оповещатели. Качественной характеристикой выполнения речевого оповещения своих функций выступает субъективный параметр возможности человеку достоверно и однозначно интерпретировать транслируемую через речевые оповещатели информацию (голосовые сообщения). В [1] приводится общее требование о том, что система звукового и речевого оповещения людей о пожаре должна обеспечивать достаточную разборчивость речи. Какие-либо методы оценки разборчивости речи и количественные параметры, характеризующие разборчивость речи, в действующих ТНПА отсутствуют.

Известно, что разборчивость речи зависит от ряда факторов:

- уровня фонового шума;
- громкости речи (мощности сигнала);
- уровня реверберации (эхо);
- спектра голоса речи.

Интенсивное применение цифровых технологий в современном мире приводит к индивидуализации и неповторимости во многих сферах нашей жизни. Сегодня конструктивные и объемно-планировочные решения от объекта к объекту разнятся по замыслу архитектора, а применяемые отделочно-декоративные материалы по физическим параметрам в каждом случае уникальны. Общих требований по уровню звукового давления, неравномерности звукового поля и превышения уровня звукового давления над шумовым фоном для оценки эффективности работы СОиУЭ недостаточно. Это приводит к тому, что вопрос о внедрении разного рода технических решений,

которые позволят повысить уровень качества озвучивания, становится более сложным. Решение задач акустического проектирования, исследование процессов отражения и поглощения звука поверхностями, влияние отраженных волн на слышимость речи, методы управления структурой звукового поля и шумовыми характеристиками аппаратуры выходят на первый план, когда речь заходит про качественное проектирование СОиУЭ.

Для того, чтобы оценить качество транслируемой СОиУЭ текстовой информации следует разобраться со способами оценки речевой разборчивости, критериями оценки и методологией измерения.

Существуют несколько методов оценки параметра речевой разборчивости (табл. 1).

Таблица 1. – Методы оценки параметра речевой разборчивости

Форматные	Модуляционные	Эмпирические
Покровского	STI	% Alcons
Быкова	RASTI	C50
Сапожникова	STITEL	Echo spach
AI	STIPA	
SI		

Формантная методика базируется на субъективной оценке звуковых параметров «на слух», а модуляционная и эмпирическая реализованы как аппаратно, так и в вычислительных модулях программ компьютерного моделирования.

Формантная методика оценки основана на особенностях восприятия звука человеком (психоакустике) и артикуляционных испытаниях. Особенности восприятия у каждого индивида в зависимости от возраста, состояния слухового аппарата, окружающего шума, громкости сигнала и многих других факторов сильно разнятся. Артикуляционные испытания заключаются в определении группой экспертов разборчивости четко произносимых дикторами слогов, слов или фраз, объединенных в так называемые артикуляционные таблицы. Восприятие разборчивости речи, по сути, является субъективным процессом и под разборчивостью речи подразумевается параметр достоверности передачи речевой информации.

Инструментальный метод оценки разборчивости по STI (индекс передачи речи) был разработан в начале 1970-х. Концептуально методы AI (индекс артикуляции) и STI близки, но STI более совершенен. Их главное различие в том, что значения STI определяются с учетом весов, соответствующих способности человеческого уха воспринимать звуки различной частоты.

В соответствии с теорией, что речь может быть представлена как колебание основного тона, промодулированное сигналами низкой частоты, речь дикторов фонемного метода заменена специальным испытательным сигналом с речеподобными (статистическими) характеристиками. Связанная беседа может рассматриваться как последовательность минимальных фрагментов речи – фонем.

Каждая фонема характеризуется определенным спектром. Разборчивость в канале зависит от сохранения спектральных и амплитудных различий между фонемами. Эти различия можно описать функцией огибающей от частоты. Искажение речи шумом или реверберацией снижает различия между фонемами и сокращает амплитуды колебаний огибающей. Форма огибающей уникальна для определенной последовательности фонем. Результатом 1/3-октавного анализа огибающей является ее спектр, дающий наиболее общее описание ее флуктуаций.

Принятый международными стандартами параметр STI измеряется следующим образом: берется шум с амплитудно-частотной характеристикой речи (рисунок 1), выделяется одна октавная полоса, а затем она модулируется по одной из частот спектра (тот, который отвечает за скорость смены условных фонем). И так поступают с каждой полосой и каждой частотой модуляции, после чего результаты суммируют в единый сигнал. Теперь сигнал содержит симуляцию воспроизведения разных звуков речи с разной скоростью. После этого сигнал пропускают через систему звукоусиления, записывают и сравнивают с оригиналом.

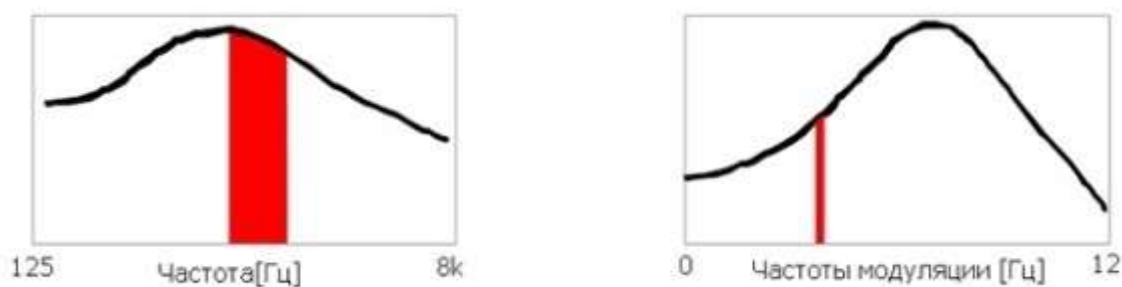


Рисунок 1. – АЧХ речи с выделенной октавной полосой (слева), частота модуляции (справа)

На сегодняшний день метод вычисления STI является наиболее полным. Метод RASTI (быстрый индекс передачи речи) представляет собой сокращенную версию STI и дает некорректные результаты при нерегулярном фоновом шуме и нелинейных искажениях. Метод STIPA – упрощенная модификация метода STI для систем звукоусиления, а STITEL – индекс передачи речи в телекоммуникационных системах без учета реверберации.

Среди эмпирических методов наиболее известен метод измерения величины потери артикуляции согласных, выраженной в процентах – %Alcons, что вызвано реверберацией и поглощением звука в помещении. Он использует результаты измерений только в одной 1/3-октавной полосе с центральной частотой 2 кГц; все другие полосы игнорируются. Но самое главное – этот метод не учитывает множество влияющих на разборчивость речи факторов: отношение сигнал/шум, спектр фонового шума, нелинейные искажения в звуковом тракте, остаточное влияние реверберации и сильные поздние отражения (эха), акустическая мощность и пр.

Как видно, существует достаточно много способов решения задачи по установлению разборчивости речи для технических средств систем оповещения и ввиду ее нетривиальности требуется применение специализированных программных расчетных средств.

Известны ряд программных продуктов для акустического моделирования помещений: ODEON, EASE, CATT-Acoustic, CARA, AIST-3D, ARTA, RAMSETE, ULYSSES. Применение компьютерного моделирования позволяет решить возникающие акустические вопросы путем тщательного выбора громкоговорителей с необходимыми характеристиками, а не за счет увеличения их количества.

Рассмотрим метод измерения разборчивости речи согласно [3]. За основу метода измерения разборчивости речи в NFPA 72 принят индекс передачи речи (STI). Для построения зон оповещения введено понятие ADS, которое разбивает зоны оповещения на схожие озвучиваемые пространства с определенными акустическими свойствами и характером эксплуатации: уровень шума, звукопоглощающие свойства материалов, высота помещения, равномерность распространения звукового поля. При тестировании системы оповещения применяется специальный звуковой сигнал STIPA стандартизирован в IEC 60268, который состоит из сигналов в семи октавных полосах. Звук в каждой октавной полосе модулируется с использованием двух (отдельных) частот модуляции. А в качестве измерительного оборудования выступают сертифицированные приборы Talkbox. Talkbox – это портативный генератор тестовых тонов STIPA для измерения разборчивости речи. Talkbox используется для отправки тестового сигнала STIPA в систему пожарной сигнализации и измерения общей разборчивости речи. Специализированные программно-аппаратные комплексы, которые используются для анализа качества речи, является профессиональным дорогостоящим оборудованием.

Для упрощения метода анализа разборчивости речи предлагается использовать наработки отечественных специалистов [4]. Для случаев применения СОиУЭ, когда качество звука характеризуется разборчивостью речи, достаточно применять упрощенную методику, которая базируется на коэффициенте искажений, который учитывает особенности русской речи. Методика не подразумевает серьезных материальных затрат и сводится к нахождению коэффициента искажений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительные нормы Республики Беларусь. Пожарная автоматика зданий и сооружений СН 2.02.03-2019. – Введ. 29.11.2019 (с отменой на территории РБ ТКП 45-2.02-317-2018 (33020)). – Минск, 2019. – 104 с.
2. Слышать и быть услышанным, или методы оценки речевой разборчивости (Российская Федерация) [Электронный ресурс] / «DSC». – Режим доступа : https://www.show-master.ru/categories/slyshat_i_byt_uslyshannym_ili_metody_otsenki_rechevoy_razborchivosti.html – Дата доступа : 07.12.2023.
3. National Fire Alarm and Signaling Code 2019 edition: NFPA 72 – USA, 2019. – 422 с.

4. Кочнов, О. В. Специфика проектирования систем проводного речевого оповещения / О. В. Кочнов. – Казань : Общество с ограниченной ответственностью "Бук", 2023. – 312 с. – ISBN 978-5-907753-08-2. – EDN CDMLOK.

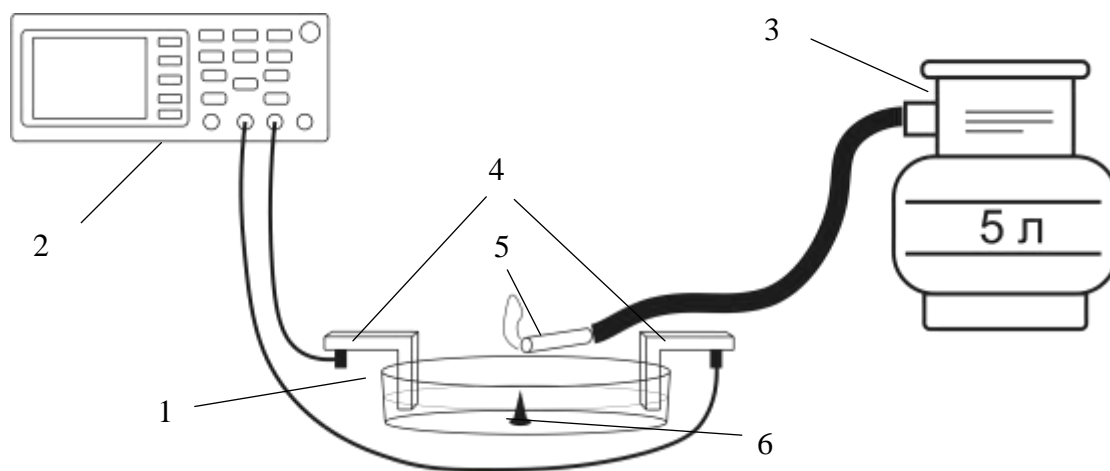
МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ВОДНОЙ ПЛЕНКИ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ОГНЕТУШАЩИХ СОСТАВОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ГОРЮЧЕЙ ЖИДКОСТИ.

Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д., Доукешева Е.А.

Университет гражданской защиты

При применении в качестве огнетушащего вещества пленкообразующих пенообразователей типа АFFF огнетушащая эффективность данных огнетушащих составов зависит от свойств формируемой паронепроницаемой водной пленки на поверхности горючей жидкости [1]. Разработанная методика применяется для проведения лабораторных исследований по установлению скорости образования, толщины и времени устойчивости на поверхности горючей жидкости паронепроницаемой водной пленки с применением минимального количества горючей жидкости.

Для проведения экспериментальных исследований применяется лабораторная установка, которая представлена на рисунке 1.



1 – чашка Петри; 2 – цифровой мультиметр; 3 – газовый баллон;
4 – посеребренные пластины; 5 – горелка; 6 – шуруп

Рисунок 1. – Схема лабораторной установки для оценки пленкообразующей способности

Для проведения испытаний применяется оборудование согласно таблице 2.

Таблица 2. – Экспериментальное оборудование и программное обеспечение

Наименование оборудования	Характеристика
Чашка Петри	диаметр – 100 ± 0,1 мм; высота – 20 ± 0,1 мм; материал – стекло.
Штатив лабораторный Бунзена	–
Баллон газовый бытовой	емкость – 5 л.
Цифровой мультиметр	измеряемое сопротивление – 500.00 Ом ±(0.15% + 10) – 50.000 МОм ±(1% + 10); интервал считывания – 15 мс – 9999 с; автоматизация измерений – поддержка SCPI команд.
Посеребренные пластины	ширина – 8 мм; толщина – 3,5 мм.
Н-гептан эталонный	нормативный документ – ГОСТ 25828-83; плотность при 20°C, г/см ³ , в пределах – 0,6836-0,6840; Показатель преломления n_D^{20} , в пределах – 1,3877–1,3879; температура кипения при 760 мм рт. ст., °С, в пределах – 98,3–98,5; содержание непредельных углеводородов – отсутствует; массовая доля серы, %, не более – 0,003
Карта видеозахвата	макс. поддерживаемое разрешение – 3840x2160 4K UHD интерфейсы – HDMI, USB 3.0
Программное обеспечение для вывода изображения с фотоаппарата	версия – 29.1.3 разрядность – 64bit
Программное обеспечение для снятия показаний цифрового мультиметра	версия – 1.8.2
Цифровой фотоаппарат	тип матрицы – BSI-CMOS; количество точек матрицы – 12 Мп; физический размер матрицы – 1/2.3"; фокусное расстояние – 25–100 мм; максимальное разрешение видео – 3840x2160; скорость съемки – 20 кадров/с;
Штатив	минимальная высота штатива – 1251 мм; максимальная высота штатива – 1551 мм.

Для исследований используются средства измерений, приведенные в таблице 3.

Таблица 3. – Средства измерений

Наименование	Диапазон измерений	Цена деления	Погрешность
Секундомер	0 ч 00 мин 00 с – 9 ч 59 мин 59,99 с	0,01 с	± (9,6 · 10 ⁻⁶ · T _{изм. нач.} + 0,01 с)

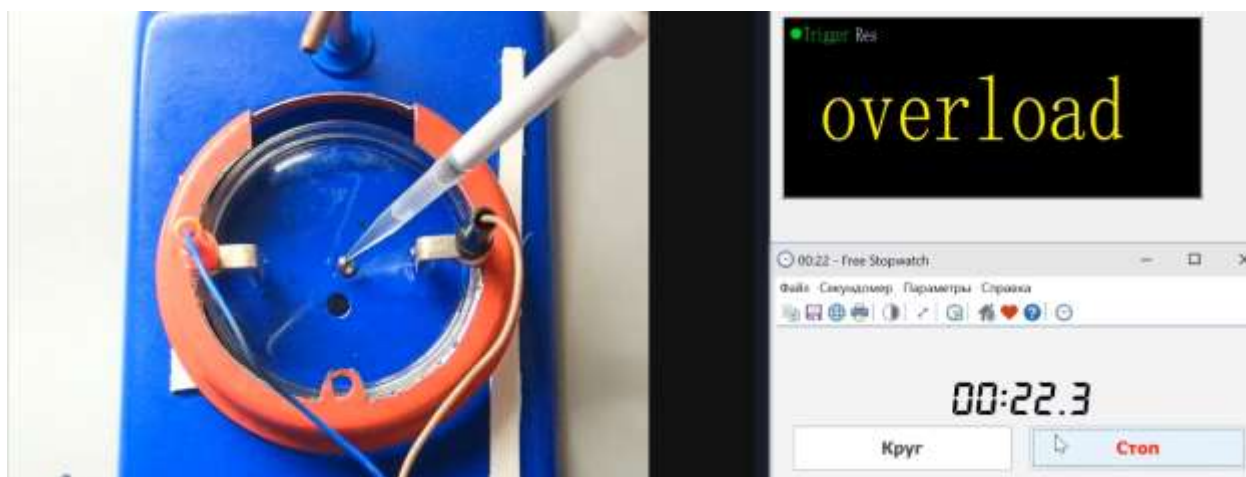
В центр металлического противня диаметром 250–300 мм, с высотой борта 35–40 мм, служащего для предотвращения случайного разлива жидкости, помещается лабораторный штатив Бунзена, на который устанавливается чашка Петри диаметром 100 мм и измерительное устройство с датчиками электропроводности (посеребренные пластины 4 на 7 мм), которые подключаются к цифровому мультиметру.

Исследования проводятся при следующих параметрах окружающей среды:
– температура 18 – 25 °С,

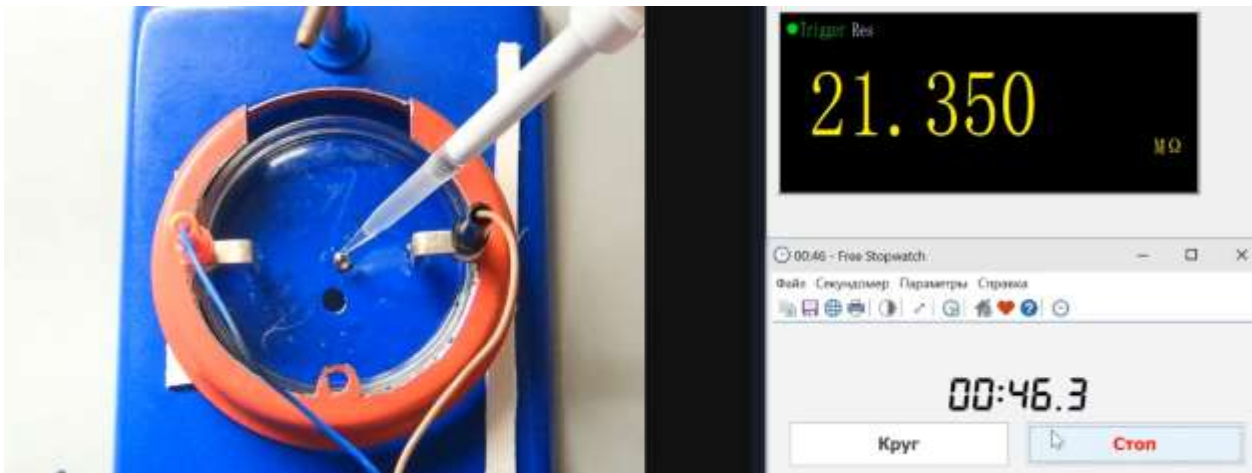
- влажность 65,0–74,0 %,
- атмосферное давление 746 мм рт. ст.

В центр чашки Петри вертикально на плоскую шляпку устанавливается шуруп диаметром 2–3 мм с резьбой по всей длине, без следов деформации и механической коррозии. В чашку Петри аккуратно заливается 30 мл н-гептана (или любой другой горючей жидкости) не нарушая положения шурупа, причем шляпка шурупа и часть резьбы должны находиться в погруженном состоянии. Пипет-дозатор (0,1–1,0 мл) устанавливается на объем 0,75 мл и наполняется пенообразующим раствором. Включается секундомер и на острие шурупа с помощью пипет-дозатора по одной капле выливается пенообразующий раствор в течении 30–60 секунд (предпочтительно 45 секунд). Начало образования водной пленки контролируется по значениям цифрового мультиметра, а время устойчивости паронепроницаемой водной пленки через 120 секунд после помещения первой капли исследуемого раствора к поверхности н-гептана путем подноса горячей горелки на расстоянии 15 мм от поверхности зеркала жидкости. Отсутствие воспламенений гептана и кратковременных вспышек от источника зажигания свидетельствует о наличии пленки. При загорание горючей жидкости фиксируется пройденное время.

При проведении испытаний для повышения точности фиксируемых значений применяется программное обеспечение DMMEasyControl с поддержкой SCPI команд для управления цифровым мультиметром и выводом измеряемых значений в рабочее окно персонального компьютера. Для повышения точности фиксируемых значений и исключения пропуска событий в ходе проведения испытаний применяется цифровая камера с выводом изображения через устройство видеозахвата в окно OBS Studio. После проведения испытаний видеофайлы анализируются покадрово.



a



б



в



г

а, б – процесс нанесения пленкообразующего состава;
в – контроль наличия водной пленки;
г – время разрушения водной пленки.

Рисунок 2. – Скриншоты проведения лабораторных исследований по образованию водной пленки.

Толщина водной пленки на поверхности горючей жидкости рассчитывается согласно [2] по соотношению электросопротивлений исходного пленкообразующего раствора R_v и пленки R_f .

Электросопротивление жидкости R_v определяется по формуле:

$$R_v = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

где ρ – удельное сопротивление жидкости, Ом·м; l – межэлектродное расстояние, м; S – площадь электродов, м².

Электросопротивление пленки рассчитывается по формуле:

$$R_f = \rho \cdot \frac{l}{\delta \cdot \omega}$$

где δ – толщина водной пленки, м; ω – ширина электрода, м.

Электросопротивление раствора:

$$R_v = \rho \cdot \frac{l}{h \cdot \omega}$$

где h – высота электрода, м.

Поделив электросопротивление исходного раствора и пленки, получим соотношение:

$$\frac{R_v}{R_f} = \frac{\delta}{h}$$

откуда толщина пленки

$$\delta = h \cdot \frac{R_v}{R_f}$$

Указанные результаты получены при выполнении научно-исследовательской работы «Пленкообразующий огнетушащий состав для автоматических установок пожаротушения водой и пеной на основе фторированных поверхностно-активных веществ» при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № T23M-061).

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, И. Ю. Обзор основных характеристик пленкообразующих пенообразователей и способы их контроля / И. Ю. Иванов, Я. А. Кондакова, О. Д. Навроцкий // Современные пожаробезопасные материалы и технологии :

Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Иваново, 14 октября 2021 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2021. – С. 41–47. – EDN PATKDW.

2. Шароварников, А. Ф. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав, свойства, применение / А. Ф. Шароварников, С. А. Шароварников. – Москва : ООО "Издательство "Пожнаука", 2005. – 335 с. – EDN UWCCSP.

ЛАБОРАТОРНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОГNETУШАЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОСТАВОВ ДЛЯ УСТАНОВОК ТУШЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ВОДОЙ

Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д., Доукешева Е.А.

Университет гражданской защиты

Огнетушащая эффективность – основной показатель качества огнетушащего вещества, определяющий область и способ его применения.

Разработанная методика позволяет при постоянных условиях (камера сгорания, модельный очаг пожара, количество горючего вещества, кратность воздухообмена, расположение и расход форсунки, давление подачи ОТВ) установить огнетушащую эффективность исследуемых составов для установок тушения мелкодисперсной водой на основе пленкообразующего пенообразователя.

Огнетушащая эффективность пленкообразующего огнетушащего состава проводится для модельного очага пожара класса В. Для проведения экспериментальных исследований применяется установка, которая представлена на рисунке 1.



1 – бокс для испытаний (камера сгорания); 2 – питающий трубопровод с электромагнитным клапаном для подачи огнетушащего вещества с установленным на конце регулируемым распылителем; 3 – поддон; 4 – вентиляционные отверстия с воздуховодами; 5 – дверка со смотровым окном для установки внутри бокса модельного очага пожара ; 6 – емкость для ОТВ; 7 – компрессор с манометром; 8 – видеокамера.

Рисунок 1. – Лабораторная установка для определения огнетушащей эффективности

При проведении испытаний применяется оборудование согласно таблице 1.

Таблица 1. – Экспериментальное оборудование и программное обеспечение

Наименование оборудования	Характеристика
Бокс для испытаний	диаметр – $580 \pm 0,1$ мм; высота – $820 \pm 0,1$ мм.
Емкость для ОТВ	испытательное давление – $1,5 + 0,25$ МПа объем – 10 литров.
Противень для создания модельного очага пожара класса В	диаметр – $170 \pm 0,1$ мм; высота – $70 \pm 0,1$ мм.
Воздушный безмасляный компрессор (AE-50-OF1)	ресивер – 50 литров; производительность на входе – 280 л/мин максимальное давление – 8 атм.
Н-гептан эталонный (CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₃)	нормативный документ – ГОСТ 25828-83;
Форсунка (MR 1.5 Marolex Z12/15)	расход жидкости – 0,6 л/мин; тип – с регулируемым углом струи; цвет – желтый
Шланг армированный маслостойкий для сжатого воздуха	диаметра шланга – 6×12мм; толщина стенки – 3 мм;

(AHR-0506)	длина шланга – 5 м
Клапан электромагнитный (1901R-KBND016-120-220AC)	материал корпуса – латунь; исходное положение – нормально закрытый; напряжение питания – 220В мин. рабочий перепад давления – 0.5 бар макс. рабочий перепад давления – 16 бар время открытия / закрытия, мс – 15–35
Карта видеозахвата (HDMI to USB 3.0 Video Capture)	макс. поддерживаемое разрешение – 3840x2160 4K UHD интерфейсы – HDMI, USB 3.0
Программное обеспечение (OBS Studio)	версия – 29.1.3 разрядность – 64bit
Программное обеспечение (HID Relay Control)	–
USB-реле	маркировка реле – SRD-05VDC-SL-C; количество каналов – 2; максимальный коммутируемый ток, А – 10; максимальное коммутируемое переменное напряжения ($\cos\phi^*1$), В – 240
Цифровой фотоаппарат Olympus Tough TG-5	тип матрицы – BSI-CMOS; количество точек матрицы – 12 Мп; физический размер матрицы – 1/2.3"; фокусное расстояние – 25–100 мм; максимальное разрешение видео – 3840x2160; скорость съемки – 20 кадров/с;
Штатив (tripod Velbon M47)	Минимальная высота штатива – 1251 мм; Максимальная высота штатива – 1551 мм; Длина в сложенном состоянии – 472 мм.

Для исследований используются средства измерений приведенные в таблице 2.

Таблица 2. – Средства измерений

Наименование	Диапазон измерений	Цена деления	Погрешность
Секундомер <i>Electronika RI-01</i>	0 ч 00 мин 00 с – 9 ч 59 мин 59,99 с	0,01 с	$\pm (9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_{\text{изм. нач.}} + 0,01 \text{ с})$
Манометр <i>МВИЗ-Ум-1,5- М20×1,5</i>	0–1000 кПа	5 кПа	$\pm 0,15 \%$ ($\pm 1,5 \text{ кПа}$)
Весы электронные серии <i>BBA211- 5BA30</i> (<i>Mettler-Toledo</i>)	0,2–30 кг	5 г	от 0,2 до 5 кг – $\pm 5 \text{ г}$ св. 5 до 20 кг – $\pm 10 \text{ г}$ св. 20 до 30 кг – $\pm 15 \text{ г}$

Примечание. Средства измерений внесены в государственный реестр средств измерений Республики Беларусь и на период проведения исследований имели действующие аттестаты, свидетельства о поверке и (или) калибровке. Условия проведения исследований соответствовали условиям эксплуатации измерительного оборудования.

Испытания проводятся при следующих параметрах окружающей среды:

- температура 18 – 25 °С,
- влажность 65,0–74,0 %,
- скорость воздушного потока менее 3 м/с,
- атмосферное давление 746 мм рт. ст.

Перед началом испытаний проводится калибровка установки по интенсивности подачи ОТВ. Для этого противень модельного очага помещается в установку, включается подача ОТВ, засекается время и определяется объем ОТВ, попавший в противень за определенный промежуток времени.

Интенсивность подачи ОТВ определяется по формуле:

$$I_{\text{по}} = \frac{V}{t \cdot S_3}$$

где V – объем раствора ОТВ, л, t – время подачи ОТВ, с; S_3 – площадь противня модельного очага пожара, м² ($S_3 = 0,0026$ м²).

Интенсивность пленкообразующего состава должна быть $0,033$ л/с·м² ± $0,003$ л/с·м². Если интенсивность соответствует требуемой, то приступаем к проведению дальнейших исследований.

Исследуемый раствор пленкообразующего огнетушащего состава готовится непосредственно перед проведением испытаний и заливается в емкость 6 (рисунок 1), которая при помощи воздушного шланга подключается к компрессору 7 (рисунок 1). При испытаниях на компрессоре по показанию манометра устанавливается рабочее давление 4 атм. Из емкости с ОТВ к трубопроводу, на котором установлен распылитель, подводится воздушный шланг. Для фиксации распылителя в пространстве трубопровод фиксируется в 3 местах на испытательной емкости.

Для минимизации погрешностей при проведении испытаний процесс управления установкой автоматизирован за счет применения быстродействующего электромагнитного клапана, который управляется USB-реле посредством ПЭВМ.

Проведение испытаний начинается с подготовки модельного очага пожара класса В. В противень с помощью мерной емкости заливается $200,0 \pm 0,1$ мл воды и сверху $300,0 \pm 0,1$ мл горючей жидкости. После наполнения противня горючей жидкостью и установления его в испытательный бокс выдерживается время 60 ± 2 с, после чего горючая жидкость поджигается. Время свободного горения горючей жидкости составляет 30 ± 1 с.

После истечения времени свободного горения горючей жидкости открывается электромагнитный клапан и через распылитель происходит подача ОТВ к модельному очагу пожара. С помощью секундомера фиксируется время от начала подачи пленкообразующего состава до полного прекращения горения горючей жидкости. После окончания горения жидкость подается еще 10 ± 1 с.

Продолжительность тушения ограничивается временем $t_{\text{max}} = 300$ с, по истечении которого возможно самопроизвольное затухание модельного очага

пожара. Если тушение модельного очага пожара не наступало за данный промежуток времени, то испытание прекращается.

После прекращения горения на поверхности горючей жидкости контролируется наличие водной пленки. Для этого на расстоянии 1–2 см от поверхности проводят зажженной зажигалкой с выносной трубкой с периодичностью 30 ± 1 с. Отсутствие повторного воспламенения горючей жидкости от источника зажигания свидетельствует о наличии пленки. Оставшаяся после испытания горючая жидкость с пленкообразующим огнетушащим составом сливается в отдельную емкость для дальнейшей утилизации. Повторное использование несгоревшей горючей жидкости не допускается.

Для каждого образца огнетушащего состава проводится не менее трех испытаний. За итоговый результат испытаний принимается среднее арифметическое результатов определений времени тушения. Расхождение между результатами испытаний с доверительной вероятностью 0,95 допускается не более 10 % от среднего значения.

Весь процесс тушения модельного очага пожара фиксируется с помощью видеокамеры 8 (рис. 1). После испытаний видеофайлы анализируются покадрово.

Указанные результаты получены при выполнении научно-исследовательской работы «Пленкообразующий огнетушащий состав для автоматических установок пожаротушения водой и пеной на основе фторированных поверхностно-активных веществ» при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № T23M-061).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК В СОСТАВЕ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИ ТУШЕНИИ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Кондакова Я.А.

Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем
чрезвычайных ситуаций

Навроцкий О.Д.

Университет гражданской защиты

Согласно статистическим данным, в Республике Беларусь ежегодно происходит большое количество техногенных чрезвычайных ситуаций, из которых большую часть составляют пожары. В настоящее время для ликвидации горения многих видов пожаров широко используются пенообразователи, которые являются одним из наиболее эффективных и удобных огнетушащих веществ.

В Республике Беларусь имеется более 50 крупных предприятий химической промышленности, использующих в технологическом цикле водорастворимые жидкие углеводороды (спирты, кетоны и др.), являющиеся пожароопасными горючими жидкостями.

Для тушения растворимых в воде жидкостей, например, этилового спирта, используют пенообразователи целевого назначения, эффективность которых достигается за счет введения в состав пенообразователя полимерных добавок, которые увеличивают устойчивость пены путем образования толстой полимерной пленкой между пеной и спиртом [1].

Определение огнетушащей эффективности пенообразователей является важным этапом в процессе разработки новых и совершенствования существующих средств пожаротушения. С этой целью были проведены исследования эффективности тушения водорастворимых горючих жидкостей пенообразователями с модифицирующими добавками.

Время тушения и время повторного воспламенения модельного очага водорастворимой горючей жидкости пеной низкой кратности при ее подаче на поверхность горючей жидкости определялось в соответствии с методикой, изложенной в приложении Е СТБ 2459 [2].

Пенообразователь по патенту [3] является пенообразователем общего назначения и для тушения водорастворимых горючих жидкостей не применяется. При добавлении в состав по патенту [3] модифицирующих добавок (полимеры, полисахариды и др.) ожидается образование устойчивой пленки на границе раздела фаз «горючее – пена», в результате чего пена становится устойчивой к действию спирта длительное время.

Вместе с тем для сравнительного анализа и более объективной оценки эффективности тушения водорастворимых горючих жидкостей

пенообразователями с модифицирующими добавками были проведены испытания уже существующих на рынке спиртостойких пенообразователей.

Для проведения исследований использовались образцы пенообразователей, описание которых приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Описание исследуемых образцов пенообразователей

Опытный образец	Наименование образца	Примечание
Образец № 1	Промышленный пенообразователь типа AFFF/AR	Применяется для тушения водорастворимых горючих жидкостей (спирты, кетоны и др.)
Образец № 2	Состав по патенту [3]	Применяется для тушения водонерастворимых горючих жидкостей (бензин, дизтопливо и др.)
Образец № 3	Состав по патенту [3] с добавлением 0,916% ксантановой камеди (косметической)*	
Образец № 4	Состав по патенту [3] с добавлением 0,681% ксантановой камеди (пищевого сорта)*	
* – растворимые в пенообразователе полимерные вещества в соответствии с положениями работы [4]		

В серии испытаний в качестве горючего использовался изопропиловый спирт. Изопропиловый спирт – растворимая в воде горючая жидкость, для тушения которой требуется специальный спиртостойкий пенообразователь.

Результаты определения времени тушения и времени повторного воспламенения модельного очага пожара опытными образцами пенообразователей при тушении изопропилового спирта приведены в таблице 2. Контроль площади горения модельного очага пожара после повторного воспламенения осуществлялся визуально и с помощью видеофиксации.

Таблица 2 – Результаты определения огнетушащей способности исследуемых образцов

Опытный образец	Расход раствора пенообразователя, дм ³ /мин	Время тушения, с	Время повторного воспламенения, с	Время распространения пламени на площади горючего после повторного воспламенения	
				На 50 % площади	На 100 % площади
Образец № 1	1,74	34	738	760	774
Образец № 1	2,52	28	168	247	271
Образец № 2	1,74	– Разрушение пены при контакте с горючим			
Образец № 3	1,74	80	187	209	240
Образец № 4	1,74	108	124	166	188

На основании результатов испытаний, приведенных в таблице 2, видно, что при тушении изопропилового спирта (водорастворимой горючей жидкости) образец № 1 обладает хорошей огнетушащей эффективностью, при этом пена, полученная из образца № 2, полностью разрушается при контакте с горючей жидкостью (изопропиловым спиртом).

Для повышения устойчивости образца № 2 к действию спирта использовались добавки водорастворимого полимера: ксантановая камедь косметическая и ксантановая камедь пищевого сорта. Указанные полимеры хорошо растворимы в воде и нерастворимы в спирте.

При тушении изопропилового спирта пена, полученная из образцов № 3 и № 4, незначительно разрушается при контакте с горючей жидкостью. Согласно полученным результатам (таблица 2) можно сделать вывод, что указанные образцы обладают хорошей огнетушащей эффективностью при тушении изопропилового спирта. При введении в пенообразователь ксантановой камеди из пены при контакте ее со спиртом на границе раздела «горючее – пена» образуется нерастворимая в спирте полимерная пленка. Образующаяся пленка предохраняет пену от разрушения.

Таким образом, использование в составе пенообразователя по патенту [3] полимерных добавок (образец № 3 и образец № 4) приводит к устойчивости пены, полученной из пенообразователя, к действию спиртов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Терещнев, В.В. Пожарная тактика. Основы тушения пожаров: учеб. пособие / В.В. Терещнев, А.В. Подгрушный – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с.
2. Вещества огнетушащие. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования. Методы испытаний: СТБ 2459-2016. – Взамен СТБ ГОСТ Р 50588-99; введ. 12.08.2016. – Минск, Госстандарт, 2016. – 42 с.
3. Пенообразователь для тушения пожаров пат. 17905 Респ. Беларусь / О.Д. Навроцкий, В.К. Емельянов. – Оpubл. 28.02.2014.
4. Кондакова, Я.А. Пенообразователь для тушения водорастворимых горючих жидкостей / Я.А. Кондакова, О.Д. Навроцкий, И.Ю. Иванов // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси – 2022. –Т. 6, № 2. – с. 211–218.

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВОДЫ КАК ОГNETУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА

Кроливец А.В., Бунто О.В.

Университет гражданской защиты

Пожаротушение – это комплекс действий и мероприятий, направленных на ликвидацию возникшего пожара [1]. Возникновение пожара возможно при одновременном присутствии трех компонентов: горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Развитие пожара требует присутствия не только горючих веществ и окислителя, но и передачи тепла от зоны горения к горючему материалу. Поэтому тушение пожара можно обеспечить следующими способами [2–4]:

- изоляцией очага горения от воздуха или снижение путем разбавления воздуха негорючими газами концентрации кислорода до значения, при котором не может происходить горение;
- охлаждением очага горения до температур ниже температур воспламенения и вспышки;
- замедлением скорости химических реакций в пламени;
- механическим срывом пламени путем воздействия на очаг горения сильной струи газа или воды;
- созданием условий огнепреграждения.

Результаты воздействий всех существующих средств тушения на процесс горения зависят от физико-химических свойств горящих материалов, условий горения, интенсивности подачи и других факторов.

Большинство средств тушения не являются универсальными, т.е. приемлемыми для тушения любых пожаров. В ряде случаев средства тушения оказываются несовместимыми с горящими материалами (например, взаимодействие воды с горящими щелочными металлами или металлоорганическими соединениями сопровождается взрывом).

При выборе средств тушения следует исходить из возможности получения максимального огнетушащего эффекта при минимальных затратах. Выбор средств тушения должен производиться с учетом класса пожара. Вода является наиболее широко применяемым огнетушащим средством тушения пожаров веществ в различных агрегатных состояниях.

Вода – основное огнетушащее вещество охлаждения, наиболее доступное и универсальное. Высокая огнетушащая эффективность воды и большие масштабы ее использования для тушения пожаров обусловлены комплексом особых физико-химических свойств воды и в первую очередь необычно высокой, в сравнении с другими жидкостями, энергоемкостью испарения и нагревания паров воды [2]:

- 1) Вода обладает **большой теплоемкостью** (4187 Дж/кг · град) при нормальных условиях и **высокой теплотой парообразования** (2236 кДж/кг),

поэтому, попадая в зону горения, на горящее вещество, вода отнимает от горящих материалов и продуктов горения большое количество теплоты. При этом она частично испаряется и превращается в пар, увеличиваясь в объеме в 1700 раз (из 1 л воды при испарении образуется 1700 л пара), благодаря чему происходит разбавление реагирующих веществ, что само по себе способствует прекращению горения, а также вытеснению воздуха из зоны очага пожара.

2) Вода обладает **высокой термической стойкостью**. Ее пары только при температуре свыше 1700°C могут разлагаться на кислород и водород, усложняя тем самым обстановку в зоне горения. Большинство же горючих материалов горит при температуре, не превышающей $1300\text{--}1350^{\circ}\text{C}$ и тушение их водой не опасно.

3) Вода имеет **низкую теплопроводность**, что способствует созданию на поверхности горящего материала надежной тепловой изоляции. Это свойство, в сочетании с предыдущими, позволяет использовать ее не только для тушения, но и для защиты материалов от воспламенения.

4) **Малая вязкость и несжимаемость воды** позволяют подавать ее по рукавам на значительные расстояния под большим давлением.

5) Вода **способна растворять некоторые пары, газы и поглощать аэрозоли**. Значит, водой можно осаждать продукты горения на пожарах в зданиях. Для этих целей применяют распыленные и тонкораспыленные струи.

6) Некоторые горючие жидкости (жидкие спирты, альдегиды, органические кислоты и др.) растворимы в воде, поэтому, смешиваясь с водой, они образуют негорючие или менее горючие растворы.

7) Вода с абсолютным большинством горючих веществ **не вступает в химическую реакцию**.

Хорошо известно, что наибольшей эффективностью при тушении пожаров обладает распыленная, высокодисперсная вода. Для получения высокодисперсной струи воды, как правило, требуется высокое давление, но и при этом дальность подачи распыленной воды ограничена малой дистанцией. Новый принцип получения высокодисперсного потока воды основан на новом способе получения распыленной воды – путем многократного последовательного диспергирования водной струи [3, 4].

Основным механизмом действия воды при тушении пламени на пожаре является охлаждение. В зависимости от степени дисперсности капель воды и типа пожара охлаждаться может либо преимущественно зона горения, либо горящий материал, либо и то и другое вместе.

Не менее важным фактором является разбавление горючей газовой смеси водяными парами, что ведет к ее флегматизации и прекращению горения.

Кроме этого, распыленные капли воды поглощают лучистое тепло, абсорбируют горючий компонент и приводят к коагуляции дымовых частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидравлика и противопожарное водоснабжение / Под ред. Ю.А.Кошмарова. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985 – 382 с.
2. Теплофизические свойства воды и водяного пара / Ривкин С.Л., Александров А.А. . – М.: Энергия, 1980. – 423 с.
3. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник. Кн. 1. М.. 1990.
4. Средства и способы пожаротушения, М., ВНИИПО, 1981.

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ В РАСТВОРЕ НА ПОКАЗАТЕЛЬ СМАЧИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Лихоманов А.О., Жуковский С.А.

Университет гражданской защиты

В настоящее время для ликвидации пожаров широко используются пенообразователи. Одним из вариантов подачи огнетушащих веществ с применением пенообразователя, являются автоматические установки пожаротушения (УП). На сегодняшний день они являются одним из эффективных решений противопожарной защиты объектов различных отраслей промышленности и социально-бытового назначения. В настоящее время в УП для более эффективного тушения пожаров в группах помещений 1–4.1, 5, 6 согласно [1] используют воду с добавкой смачивателя на основе пенообразователя общего назначения, что позволяет снизить интенсивность орошения защищаемой площади в 1,5 раза. Для добавления пенообразователя в воду в большинстве случаев используется дозирующая шайба в составе насоса-дозатора. Дозирующая шайба по своей сути является диафрагмой, выполненной из стального листа с отверстием (рис. 1).



Рисунок 1. – Дозирующая шайба насоса-дозатора

При возникновении пожара насос-дозатор (устройство, предназначенное для дозирования пенообразователя (добавок к воде) в установках

пожаротушения [1]) подает пенообразователь через дозирующую шайбу, после чего происходит смешивание потоков воды и пенообразователя. После выхода насосов, подающих воду, на рабочий режим в сеть поступает уже расчетная концентрация раствора пенообразователя. Следует отметить, что использование такого способа дозирования пенообразователя имеет существенный недостаток – дозирующая шайба не позволяет поддерживать постоянную рабочую концентрацию раствора в диапазоне изменения расхода для секции УП состоящей из множества оросителей. Отверстие в шайбе рассчитывается для случая срабатывания всех оросителей в секции УП, но на практике зачастую срабатывает только несколько из них, так как этого достаточно для локализации небольшого пожара. По этой причине происходит значительный перерасход пенообразователя, а его объемная концентрация в растворе может в несколько раз превышать рабочую, которая установлена производителем.

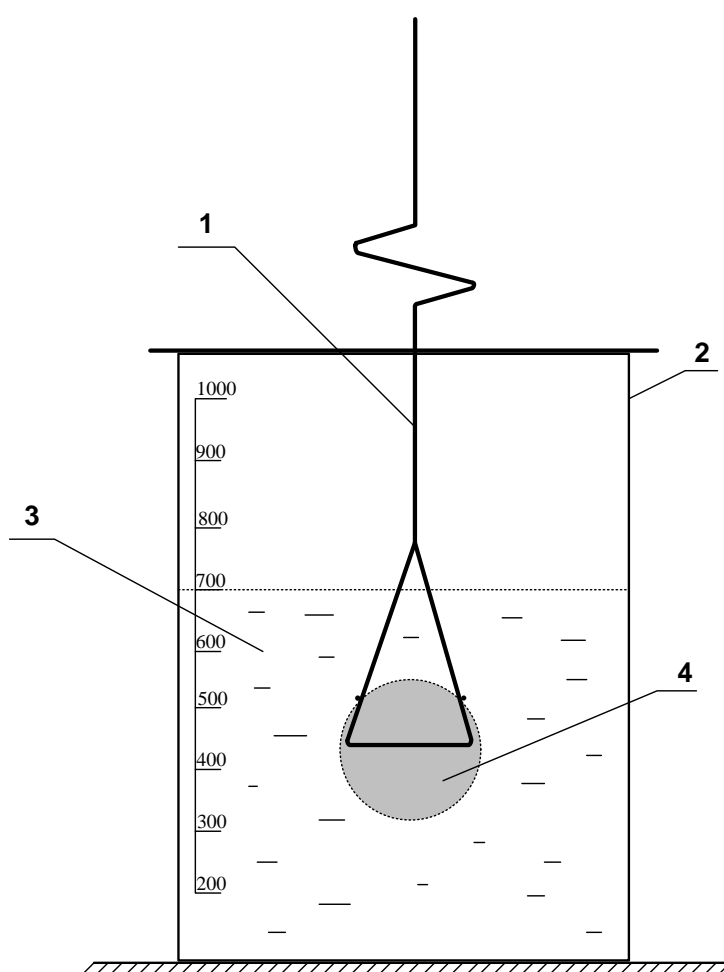
Отклонение от рекомендуемой производителем объемной концентрации пенообразователя в растворе может привести к изменению показателя смачивающей способности (способность рабочего раствора пенообразователя смачивать твердые материалы) и кратности пены (отношение объема пены к объему раствора пенообразователя, из которого она получена) [2]. В итоге эффективность работы сплинклерной УП при тушении пожара может быть снижена. До настоящего времени влияние объемной концентрации пенообразователя в растворе на показатель смачивающей способности не было достаточно изучено, поэтому является актуальной проблемой, как с научной, так и практической точки зрения.

Показатель смачивающей способности, как правило, определяется с помощью общепринятого метода, суть которого заключается в определении времени смачивания образца из неотбеленной хлопковой ткани, при его погружении в испытуемый раствор пенообразователя с определенной объемной концентрацией до момента, когда образец ткани начнет тонуть [2, 3]. Данный метод был использован нами для определения зависимости показателя смачивающей способности от объемной концентрации пенообразователя ОПС-0,4 в растворе.

Для проведения эксперимента использовались аппаратура, материалы, растворы и посуда согласно [2]. Перед проведением эксперимента были подготовлены образцы круглой формы из неотбеленной хлопковой ткани диаметром (30 ± 1) мм, выдержанные при относительной влажности воздуха около 65 % в течение 3 сут. При температуре воды (28 ± 2) °С были приготовлены экспериментальные образцы растворов с объемной концентрацией пенообразователя в растворе 1,6 %; 0,8 %; 0,4 %; 0,2 %; 0,1 %; 0,05 %; 0,025 % (согласно паспорту производителя рабочая объемная концентрация пенообразователя ОПС-0,4 находится в диапазоне от 0,4 до 1,0 %). Далее экспериментальные образцы охлаждались, и при достижении температуры раствора (20 ± 1) °С начинали проводить эксперимент. Образец из хлопчатобумажной ткани, помещенный в зажимное приспособление вертикально погружали в стакан вместимостью 1000 мл и диаметром дна 95 мм, в который предварительно заливали раствор пенообразователя в количестве

700 мл. Одновременно с погружением образца из ткани в раствор измеряли время с момента погружения и до момента, когда образец из хлопковой ткани свободно начинал тонуть (рисунок 2). Полученное время принималось за показатель смачивающей способности [2].

За результат испытания принимали среднеарифметическое значение десяти параллельных определений показателя смачивающей способности для одной концентрации. Допустимое расхождение между результатами параллельных испытаний с доверительной вероятностью 0,95 принималось не более 20 % среднего значения. Минимально допустимая объемная концентрация пенообразователя в растворе должна быть не менее концентрации, при которой значение показателя смачивающей способности составляет 45 с [2].



1 – зажимное приспособление для погружения образца из хлопковой ткани в раствор пенообразователя; 2 – стакан стеклянный цилиндрической формы; 3 – раствор пенообразователя; 4 – образец из хлопковой ткани круглой формы.

Рисунок 2. – Принципиальная схема для проведения эксперимента по определению смачивающей способности пенообразователя

В результате проведения экспериментов получена зависимость показателя смачивающей способности от концентрации раствора пенообразователя ОПС-0,4, график которой предоставлен на рисунке 3.

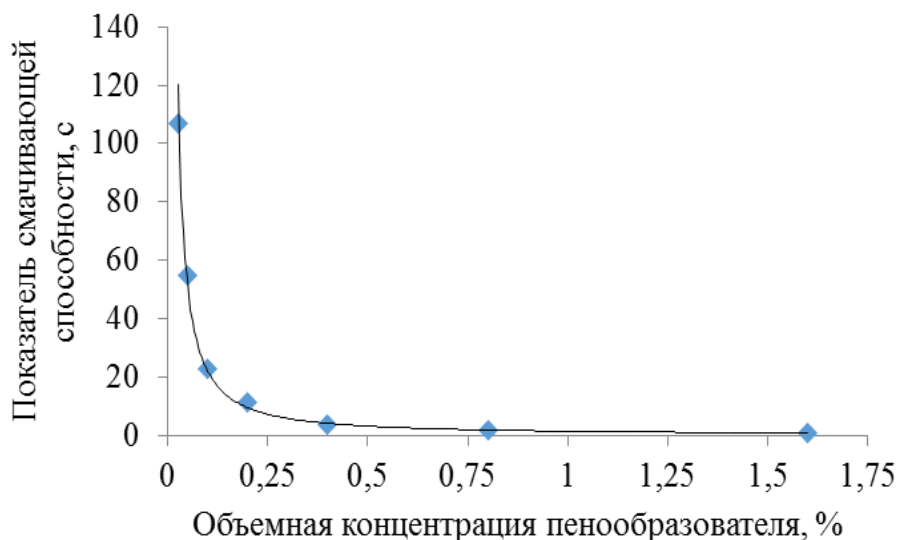


Рисунок 3. – Зависимость показателя смачивающей способности от объемной концентрации раствора пенообразователя ОПС 0,4

Здесь видно, что показатель смачивающей способности экспоненциально уменьшается с увеличением объемной концентрации пенообразователя. Если построить логарифмическую зависимость показателя смачивающей способности от объемной концентрации пенообразователя в растворе (рисунок 4), то графическим способом можно определить минимальную концентрацию пенообразователя, при которой показатель смачивающей способности соответствует 45 с.

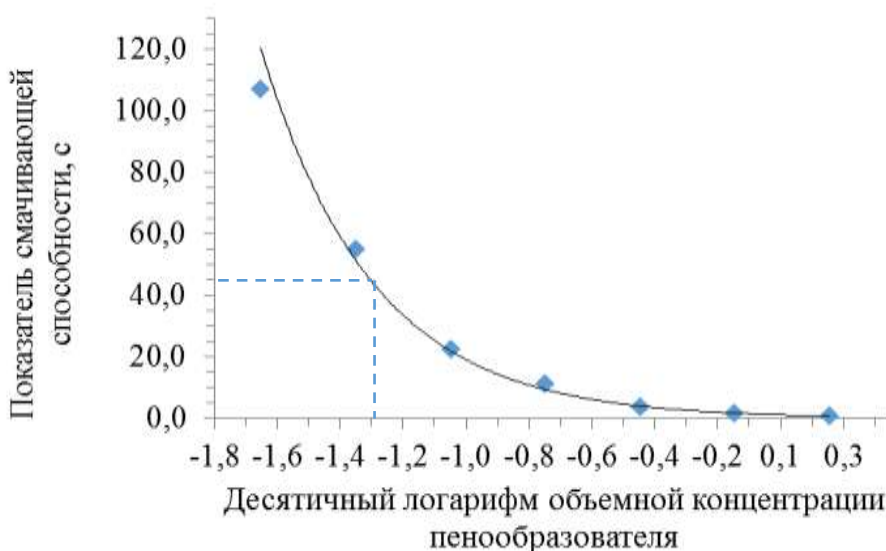


Рисунок 4. – Зависимость показателя смачивающей способности от десятичного логарифма объемной концентрации раствора пенообразователя ОПС 0,4

Зависимость, представленная на рисунке 4, выражается следующим образом:

$$y = 1,31e^{-2,8x},$$

где y – показатель смачивающей способности; x – десятичный логарифм объемной концентрации пенообразователя.

С учетом представленного выше выражения минимальная объемная концентрация пенообразователя ОПС-0,4 составляет около 0,06 %. При этом, согласно рисунку 3 при объемной концентрации пенообразователя $\approx 0,2$ % и более показатель смачивающей способности перестает существенно изменяться и колеблется в диапазоне от 1 до 10 с. Таким образом, превышение объемной концентрации 0,2 % не увеличивает смачивающие свойства раствора, но, во всю очередь, приводит к существенному перерасходу пенообразователя. Вместе с тем, это может привести к увеличению кратности пены выше допустимой (для смачивателей должна быть, как правило, не более 5). Повышение кратности приводит к уменьшению растекаемости раствора по поверхности твердых горючих материалов, ухудшает его способность проникать в структуру материалов, а также может изменять карту орошения спринклерного оросителя, что в совокупности приведет к снижению эффективности тушения пожара с помощью УП.

Таким образом, при проектировании УП с применением дозирующих шайб для ввода пенообразователя в поток воды, следует учитывать наличие минимальной и максимальной объемной концентрации пенообразователя, при выходе за пределы которых может происходить ухудшение смачивающих свойств раствора, повышение кратности пены выше нормы, а также перерасход пенообразователя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительные нормы Республики Беларусь. Пожарная автоматика зданий и сооружений СН 2.02.03-2019. – Введ. 29.11.2019 (с отменой на территории РБ ТКП 45-2.02-317-2018 (33020)). – Минск, 2019. – 104 с.
2. Вещества огнетушащие. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования. Методы испытаний: СТБ 2459-2016. – Взамен СТБ ГОСТ Р 50588-99; введ. 12.08.2016. – Минск, Госстандарт, 2016. – 50 с.
3. SN NS-EN 1772:2000 Surface active agents – Determination of wetting power by immersion (ISO 8022:1990 modified) [Electronic resource] : – Mode of access: <https://docs.cntd.ru/document/431948578>. – Date of access: 10.12.2023.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Маточкин Д.Б.

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

В современном мире имеет тенденцию к повышению уровень чрезвычайных ситуаций, связанных с разрушением механических и строительных конструкций.

Необходимо внедрение высокоэффективных инновационных технологий в сфере аварийно-спасательного оборудования, с помощью которого увеличивается быстрота оказания помощи пострадавшим во время чрезвычайных ситуаций, что является одним из важнейших критериев работы спасателей.

Внедрение аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом поможет сократить время оказания помощи пострадавшим во время чрезвычайных ситуаций. За счет небольшого веса и размеров работать им может один человек.

Для определения масса-габаритных характеристик аварийно-спасательного оборудования модульного типа проведены исследования процесса соударения твердых тел при взаимодействии с подвижным режущим лезвием приводимом в движение энергией пороховых газов.

Проведено численное исследование моделирования физических процессов, происходящих при разрушении металлических образцов (пруток арматуры А-VI диаметр 22 мм, труба круглая наружный диаметр 24 мм, толщину стенки 3 мм., трубы квадратного сечения 24×24×3). Размеры: серповидного лезвия – 93×55×20 мм; плоского лезвия – 75×30×10 мм, угол заточки у обоих лезвий – 10°. Решена трехмерная задача динамического взаимодействия твердого движущегося тела с преградой (рис. 1 и рис.2) и ее разрушением.

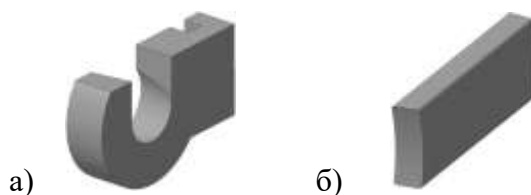


Рисунок 1. – Лезвия: а) серповидное лезвие; б) плоское лезвие



Рисунок 2. – Образцы разрушаемого материала: а) арматура; б) круглая труба; в) квадратная труба

Данный класс задач рассматривается как сложная совокупность разнообразных физических процессов, таких как детонация взрывчатых веществ, распространение силовых ударных волн, свойств материалов и других, связанных с высокодинамичным выбросом энергии, высокими давлениями и температурами [1, С. 53–65].

Структурными элементами поставленной задачи, динамического взаимодействия твердого тела с преградой, являются упругие элементы с определяющим соотношением в форме закона Гука. Взаимодействующие объекты рассматривались как гипоупругие тела.

При исследовании использовались нагрузочные модели, в которых предел текучести изменялся в зависимости от деформации, скорости деформации и температуры.

Во всех трех случаях диаграммы напряжений показывают, что максимальные напряжения возникают в кромке лезвия.

При разрезании арматуры основную часть процесса взаимодействия лезвия и арматуры имеет место срез одной части арматуры относительно другой, смятие арматуры не вносит существенного вклада в процесс.

На рисунках 3, 4, 5 показаны этапы результата компьютерного эксперимента процесса взаимодействия лезвий с образцами.

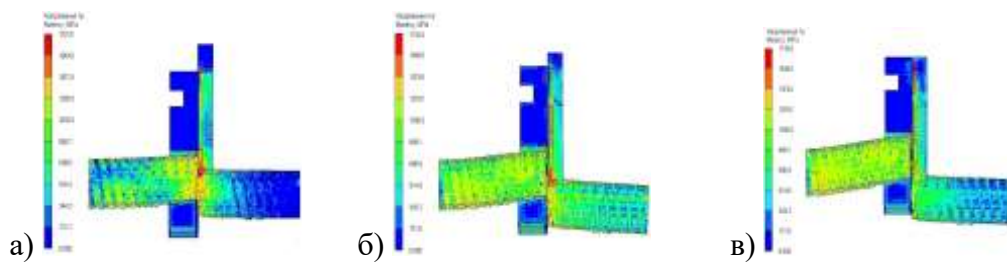


Рисунок 3. – Динамика разрезания арматуры лезвиями

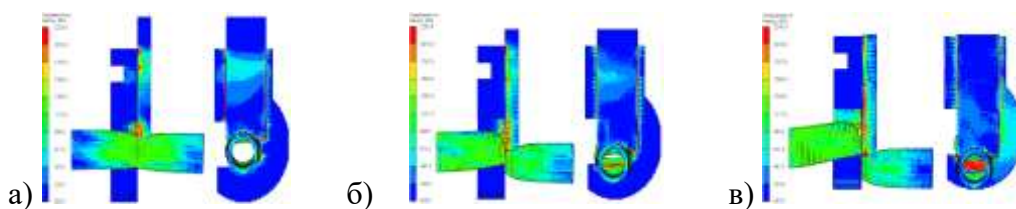


Рисунок 4. – Динамика разрезания трубы круглого сечения лезвиями

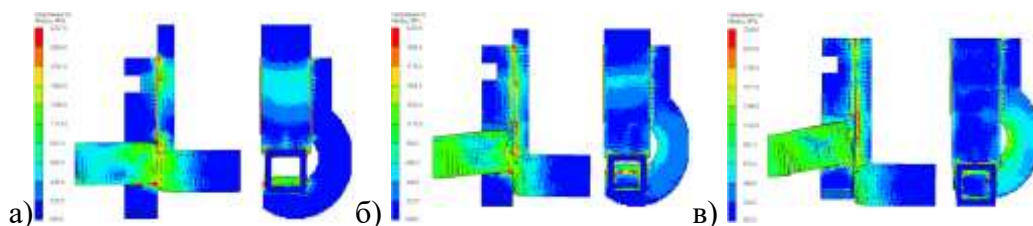


Рисунок 5. – Динамика разрезания трубы квадратного сечения лезвиями

Взаимодействие лезвий с трубой круглого сечения показывает, что большую часть процесса имеет место смятие трубы и лишь на завершающем этапе имеет место срез трубы.

Разрезание трубы квадратного сечения лезвиями характеризуется равнозначностью процессов смятия и среза трубы, это объясняется тем, что внутренние углы квадратной трубы являются концентраторами напряжений и как следствие еще на этапе процесса смятия в углах трубы образуются трещины, развитие этих трещин ведет к интенсивному разрушению по всему сечению трубы.

Проведенные исследования позволили установить основные закономерности процесса разрезания металлических образцов. Также, компьютерное моделирование процесса разрезания позволило установить основные зависимости внутрибаллистических параметров и характеристики макета в целом. Результатом моделирования стала разработка инновационной схемы режущего инструмента (определены характеристики энергии пороховых газов, рассчитана необходимая для разных задач их масса) для пиротехнического привода. [2].

На рисунке 6 показан действующий опытный макет аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом.



Рисунок 6. – Действующий опытный макет аварийно-спасательного инструмента с пиропроводом

Инструмент отличается от аналогов использованием пиротехнического заряда для придания кинетической энергии исполнительному механизму, который способен резать металл и разрушать неметаллические конструкции, проделывать и расширять проходы в ситуациях отсутствия источников энергии со значительным сокращением времени в сравнении с используемыми в данное время технологиями. Позволяет сократить время спасательных операций, значительно расширить область применения одного и того же аварийно-спасательного инструмента (АСИ) в различных средах и условиях, в т.ч. в условиях экстремальных температур $-50...+60^{\circ}\text{C}$.

Решена задача высокой мобильности инструмента, его веса, и существенным сокращением временем развертывания в рабочее состояние.

Техническая новизна принципиальных инженерных решений аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом защищена патентами РФ.

На рисунке 7 показана разрабатываемая модель опытного образца аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом.



Рисунок 7. – Модель опытного образца аварийно-спасательного инструмента с пиропроводом

Практика показала актуальность и востребованность в данном оборудовании: автомобильные аварии, резонансные пожары в местах массовых скоплений людей при проведении массовых мероприятий [3].

Применение инструмента с пиротехническим приводом службами МЧС приведет к сокращению времени проведения спасательных операций, повышению оперативности, и качества выполнения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, пожарах, землетрясений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Липанов А. М., Вахрушев А. В., Федотов А. Ю. Исследование динамического взаимодействия твердых тел методами математического моделирования / Вестник ЮУрГУ. Серия "Математическое моделирование и программирование" (Вестник ЮУрГУ ММП), Т. 8, № 1, С. 53–65, 02/2015.
2. Патент RU 2696912, 07.08.2019.
3. Официальный сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России). – mchs.gov.ru.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ПРОТОЧНОГО ТРАКТА НАСАДКОВ К СТВОЛУ ПОЖАРНОМУ РУЧНОМУ СПРУ-50/0,7 НА ДАЛЬНОСТЬ ПОДАЧИ ОГNETУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА И СТРУКТУРУ КОМПАКТНОЙ СТРУИ

*Рябцев В.Н., Лихоманов А.О., Навроцкий О.Д., Морозов А.А., Шкиндер О.В.,
Доронин Д.В., Колос К.А.*

Университет гражданской защиты

По статистике одним из основных средств тушения развившихся пожаров являются ручные пожарные стволы. Современные пожарные стволы должны быть компактными, обеспечивать формирование компактных и распыленных струй воды, пены различной кратности, а также перекрытия потока огнетушащего вещества (ОТВ). Ручной пожарный ствол СПРУ-50/0,7 (рис. 1) [1], разработанный Университетом гражданской защиты и производящийся ОАО «Приборостроительный завод ОПТРОН» обладает такими характеристиками, способен заменить зарубежные аналоги и широко используется в подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.



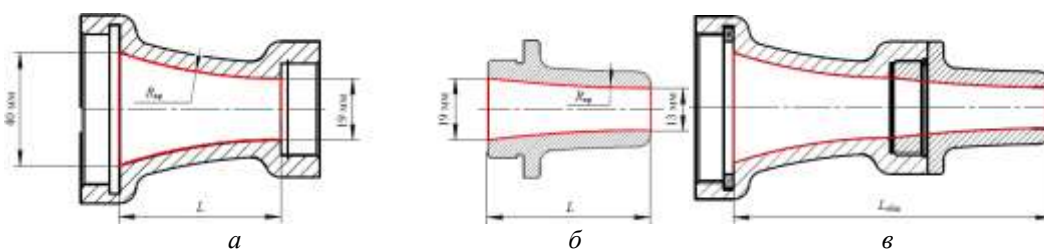
Рисунок 1. – Ручной пожарный ствол СПРУ 50/0,7

С целью дальнейшего совершенствования ручного пожарного ствола СПРУ-50/0,7 и расширения его области применения разработаны дополнительные съемные насадки для формирования сплошной струи с расходом не менее 2,7 и 7,4 л/с и дальностью подачи в соответствии с требованиями СТБ 11.13.14. [2]. Для улучшения тактико-технических характеристик разработана и оптимизирована геометрия проточного тракта и гидродинамические параметры съемных насадков. Конструктивное исполнение насадков выбрано таким, чтобы снизить вероятность засорения ствола при тушении пожаров с применением воды из открытых источников, а также иметь возможность присоединения к стволу заземляющего устройства при тушении электроустановок под напряжением.

При разработке насадков применялось численное моделирование проточного тракта насадков к стволу пожарному ручному СПРУ-50/0,7 для

формирования компактной струи ОТВ с помощью метода конечных элементов в среде Ansys [3]. На основании результатов моделирования установлено, что наиболее оптимальной геометрией проточного тракта насадка с точки зрения обеспечения наибольшей скорости и сохранения энергии струи воды при заданных давлении (0,45 МПа) и диаметрах входного (40 мм) и выходного (13 мм) является тот вариант его исполнения, при котором проточный тракт постепенно сужается по всей длине (без участков цилиндрической формы) от входного до выходного отверстия, при этом длина тракта может быть не более 200 мм.

Для дальнейшего проведения экспериментальных исследований дальности компактной струи и расхода ОТВ были изготовлены шесть комплектов экспериментальных образцов насадков с различными геометрическими параметрами проточного тракта. В комплект входит насадок типа А с диаметром выходного отверстия 19 мм и насадок типа Б с диаметром выходного отверстия 13 мм (рис. 2).



L – длина проточного тракта насадка, $R_{кр}$ – радиус кривизны проточного тракта насадка (только для насадков с коноидальной формой проточного тракта), $L_{общ}$ – длина проточного тракта комплекта насадков

Рисунок 2. – Насадки типа А и Б в разрезе
(a , $б$ – насадок типа А и Б соответственно; $в$ – насадки типа А и Б в собранном виде)

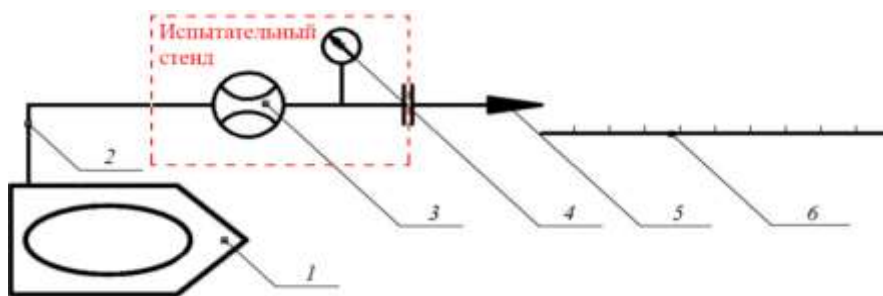
При проведении экспериментов с диаметром выходного отверстия 13 мм к стволу СПРУ 50/0,7 присоединяли комплект насадков типа А и типа Б в сборе. При проведении экспериментов с диаметром sprays 19 мм к стволу присоединяли только насадок типа А. Геометрические размеры всех вариантов исполнения насадков, которые использовались в экспериментах, указаны в таблице 1. Среднее арифметическое отклонение профиля R_a (основной параметр шероховатости) проточного тракта всех изготовленных насадков составляет не более 3,2 мкм.

Таблица 1. – Геометрические размеры насадков для ствола пожарного ручного СПРУ-50/0,7

Наименование насадка либо комплекта насадков	Длина проточного тракта насадка L либо комплекта насадков $L_{общ}$, мм	Форма проточного тракта	Радиус кривизны проточного тракта насадка $R_{кр}$, мм
НСДК-01.001 тип Б	50	Конический	–
НСДК-01.002 тип А	50	Конический	–
НСДК-02.001 тип Б	50	Коноидальный	416

НСДК-02.002 тип А	50	Коноидальный	160
НСДК-03.001 тип Б	100	Конический	–
НСДК-03.002 тип А	100	Конический	–
НСДК-04.001 тип Б	100	Коноидальный	1592
НСДК-04.002 тип А	100	Коноидальный	646
НСДК-05.001 тип Б	200	Конический	–
НСДК-05.002 тип А	200	Конический	–
НСДК-06.002 тип Б	200	Коноидальный	10915
НСДК-06.002 тип А	200	Коноидальный	2504

Общая схема экспериментальной установки, которая использовалась для определения измеряемых параметров, представлена на рисунке 3.



1 – пожарная автоцистерна с пожарным насосом; 2 – напорная рукавная линия (Ø50 мм);
3 – расходомер; 4 – манометр; 5 – ствол; 6 – разметка для определения дальности струи в метрах

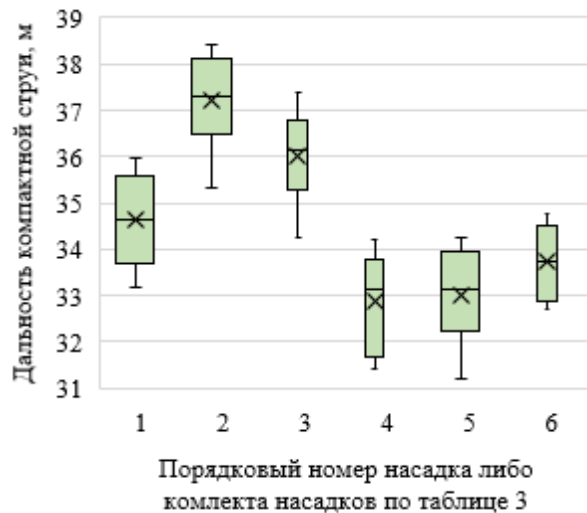
Рисунок 3. – Общая схема экспериментальной установки

При заданном давлении ($0,45 \pm 0,05$) МПа проводились измерения дальности компактной струи и расхода воды. Результаты экспериментов приведены в таблице 2, а также на рисунке 4.

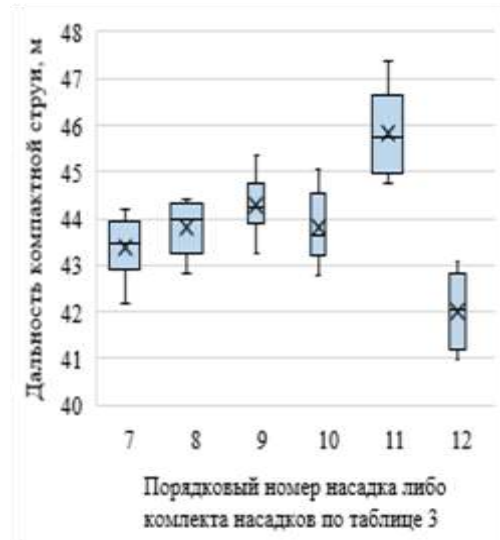
Таблица 2. – Результаты экспериментального определения основных параметров насадков типа А и Б к стволу пожарному ручному СПРУ-50/0,7

№ п/п	Наименование насадка либо комплекта насадков	Длина проточного тракта насадка L либо комплекта насадков $L_{общ}$, мм	Диаметр выходного отверстия, мм	Форма проточного тракта	Средняя дальность компактной струи, м	Расход воды, л/с
1	НСДК-01.000 тип Б (тип А + тип Б)	100 (50 + 50)	13	Конический	34,5	3,54
2	НСДК-02.000 тип Б (тип А + тип Б)	100 (50 + 50)	13	Коноидальный	37,2	3,69
3	НСДК-03.000 тип Б (тип А + тип Б)	200 (100 + 100)	13	Конический	36,0	3,69
4	НСДК-04.000 тип Б (тип А + тип Б)	200 (100 + 100)	13	Коноидальный	32,9	3,56
5	НСДК-05.000 тип Б (тип А + тип Б)	400 (200 + 200)	13	Конический	33,0	3,61
6	НСДК-06.000 тип Б (тип А + тип Б)	400 (200 + 200)	13	Коноидальный	33,7	3,39
7	НСДК-01.002 тип А	50	19	Конический	43,4	7,64

8	НСДК-02.002 тип А	50	19	Коноидальный	43,8	7,81
9	НСДК-03.002 тип А	100	19	Конический	44,3	7,72
10	НСДК-04.002 тип А	100	19	Коноидальный	43,8	8,00
11	НСДК-05.002 тип А	200	19	Конический	45,8	8,17
12	НСДК-06.002 тип А	200	19	Коноидальный	42,0	7,53



а



б

Рисунок 4. – Диаграммы размаха результатов экспериментального определения дальности компактной струи при использовании экспериментальных образцов насадков к стволу пожарному ручному СПРУ-50/0,7: *а* – для комплектов насадков с диаметром выходного отверстия 13 мм (тип А + тип Б); *б* – для насадков с диаметром выходного отверстия 19 мм (тип А)

Согласно полученным результатам эксперимента для комплектов насадков с диаметром выходного отверстия 13 мм на каждую единицу расхода воды наибольшая дальность компактной струи соответствует НСДК-02.000 тип Б (тип А + тип Б), состоящего из насадков типа А и Б с коноидальным проточным трактом длиной 50 мм каждый. Для насадков с диаметром выходного отверстия 19 мм наибольшее соотношение «дальность компактной струи/расход воды» получено при использовании насадка НСДК-03.002 тип А с коническим проточным трактом длиной 100 мм. Однако, учитывая сложность изготовления насадков с коноидальной формой проточного тракта, предложено вместо комплекта коноидальных насадков длиной по 50 мм применять на практике конические аналоги той же длины ввиду незначительной разницы между показателем «дальность компактной струи/расход воды» (около 3 %). Также следует отметить, что все экспериментальные образцы насадков к стволу пожарному ручному СПРУ-50/0,7 обеспечивают нормативную дальность компактной струи и расход воды в соответствии с СТБ 11.13.14.

Согласно анализа результатов проведенных исследований можно предположить, что наилучшие показатели дальности и расхода компактной

струи могут быть достигнуты при соединении тех составных компонентов комплектов экспериментальных образцов насадков, для которых были получены наибольшие экспериментальные значения соотношения дальность компактной струи и расход воды, а именно насадок НСДК-03.002 тип А с коническим проточным трактом длиной 100 мм и диаметром выходного отверстия 19 мм и насадок типа Б из комплекта НСДК-02.000 тип Б (тип А + тип Б) с коническим проточным трактом длиной 50 мм и диаметром выходного отверстия 13 мм [3], рисунок 5. Общая длина проточного тракта в итоге составит 150 мм.



Рисунок 5. – Экспериментальные образцы съемных насадков

Экспериментальные исследования такого комплекта насадков является целью дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камлюк, А.Н. Расчет и оптимизация геометрии проточного канала пожарного ствола с расходом до 5 л/с / А.Н. Камлюк, В.В. Пармон, М.Ю. Стриганова, А.В. Ширко, А.А. Морозов // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2016. – № 1 (23). – С. 51–59.
2. Система стандартов пожарной безопасности. Стволы пожарные ручные. Общие технические условия: СТБ 11.13.14-2009. – Введ. 21.08.09. – М.: Госстандарт Республики Беларусь: Учреждение «Минское областное управление МЧС Республики Беларусь», 2009. – 12 с.
3. Рябцев, В. Н. Оптимизация геометрии проточного тракта насадков к стволу пожарному ручному СПРУ-50/0,7 для формирования компактной струи огнетушащего вещества / В.Н. Рябцев, А.О. Лихоманов., О.Д. Навроцкий, А.А. Морозов, А.Н. Камлюк, А.В. Ильюшонок, И.А. Гончаренко, О.В. Шкиндер // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь. – 2023. – Т.7, № 4. – С. 370–387.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ЗДАНИЯ

Свиридович Б.В., Старосто Р.С.

Университет гражданской защиты

Развитие новых технологий требует повышенного внимания в области надзорной и профилактической работы работников Министерства по чрезвычайным ситуациям. В связи с этим необходимо усилить требование в области проектирования интегрированных систем безопасности как одно из основных при обеспечении противопожарного состояния объекта.

Переход к сооружению зданий повышенной этажности, изменение уровня автоматизации труда требует эффективных мер по защите зданий и сооружений от пожаров. Для того чтобы в этих условиях предотвратить возможное возгорание, ликвидировать пожар в начальной стадии, минимизировать последствия от пожара необходимо применять системы АПС и АУПТ.

Для защиты людей от опасных факторов пожара (пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; токсичные продукты горения и термического разложения; дым; пониженная концентрация кислорода; осколки и части разрушившихся аппаратов, установок, конструкций; токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок) служит противопожарная защита – комплекс организационных мероприятий, технических средств и сил, направленных на предотвращение возникновения, развития и обеспечение тушения пожара, а также на защиту людей и материальных ценностей от воздействия его опасных факторов.

Среди ТСППЗ выделяется группа технических средств, которые выполняют определенные функции по обнаружению и ликвидации пожара по заранее определенному алгоритму без вмешательства человека (пожарная автоматика).

В настоящее время большое внимание при проектировании зданий и сооружений уделяется эффективности работы устройств, которая во многом зависит от выбора наиболее экономической и целесообразной системы их обслуживания.

Среди указанных систем пожарной автоматики главной является система пожарной сигнализации, так как она не только обнаруживает пожар на ранних стадиях его развития, но и управляет многочисленными системами здания, относящимся как к техническим средствам противопожарной защиты, так и к инженерным системам здания.

Для обеспечения эффективной работы системы пожарной сигнализации и автоматических установок пожаротушения они должны быть спроектированы, смонтированы, налажены, технически обслужены в соответствии с требованиями ТНПА.

С целью эффективной работы вышеуказанных систем разрабатывается проектная документация.

В настоящее время системы пожарной автоматики проектируются индивидуально для каждого объекта, что намного увеличивает их трудоемкость. На основании математической модели, используя преобразование Лапласа, мы можем получить изображение объекта в замкнутом состоянии. Используя математический алгоритм, широко описанный в литературных источниках, можно предложить данную методику в части обеспечения комплексной безопасности объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андриюшенко В.А. Теория систем автоматического управления. М., 1990. – 112 с.
2. Нетушило Н.К. Теория автоматического управления, том 1, М., 1987. – 130 с.
3. Наладка систем автоматического управления. Под ред. Ключева А.С., М., 1988. – 68 с.
4. Топчеев Ю.И. Атлас для проектирования систем автоматического управления, М., 1989. – 88 с.
5. Расчеты экономической эффективности новой техники. Под ред. К.М. Великанова, 2-е изд., перераб. и дополн. – Л.: Машиностроение, 1990. – 76 с.
6. Барташев П.В. Справочник конструктора и технолога по технико-экономическим расчетам. М.:Машиностроение, 1979. – 90 с.

СПРИНКЛЕРНАЯ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ: ПРИМЕНЕНИЕ, УСТРОЙСТВО, НЕДОСТАТКИ

Таубе А.В., Бунто О.В.

Университет гражданской защиты

Автоматические установки пожаротушения (далее – АУПТ) – представляют собой комплексные установки электронного и механического оборудования, служащие для нейтрализации возгораний на различных объектах как внутри помещений, так и на открытом пространстве [1].

Цель АУПТ – автономное тушение начальных стадий возгорания на объекте до приезда аварийно-спасательных подразделений МЧС, сведя тем самым к минимуму материальный ущерб и исключив человеческие жертвы.

Спринклерное и дренчерное водяное пожаротушение – наиболее распространенные типы автоматических установок пожаротушения, которые работают по схожим принципам. В обоих случаях в верхней части помещений прокладываются трубопроводы, оснащенные оросителями, через которые при выявлении возгорания подаются струи воды для тушения. Однако между этими типами существуют и серьезные различия. Так, спринклерные и дренчерные установки пожаротушения отличаются устройством оросителя. В первом

случае он имеет закрытое исполнение с тепловым замком, является полностью автономным и активируется самостоятельно. В дренчерных сетях применяют открытые оросители, которые просто разбрызгивают воду при срабатывании. При этом трубопровод в таких установках остается сухим, вода подается при активации. Они имеют общие черты, но конструкция их оросителей значительно отличается. Это позволяет использовать системы конкретного вида для объектов разного назначения. Их применение зависит от типа тушения пожара: объемного или локального [1].

Дренчерные системы используются для тушения пожаров на всей территории охраняемого объекта и представляют собой комплексную систему, оборудованную оросителями с открытыми выходными отверстиями. Вода, проходя по трубопроводной противопожарной системе, попадает к дренчерам, и распыляется строго над участком с возгоранием.

Спринклерные системы представляют собой сеть трубопроводов, заполненную огнетушащим веществом, они используются для локального тушения очагов возгорания. В основе технологии применяются спринклеры, специальные насадки, которые автоматически открываются (разрушается тепловой замок) при повышении температуры окружающего пространства до определенного предела [1–4].

Главный плюс спринклерной системы пожаротушения – ее точность. Вода подается не на все помещение разом, а только на тот участок, где произошло возгорание. Помимо этого, обладает такими основными плюсами [3, 4]:

- Возможность монтажа без ограничений по размерам и объему помещений, численности присутствующих в них людей.

- Использование безопасного огнетушащего вещества – вода или пена на водной основе.

- Точность. Открываются только те спринклеры, которые расположены непосредственно в зоне действия повышенной температуры. Система тушит место пожара, а не заливает водой все помещения.

- Простое обслуживание – не требуется заправка ОТВ.

- Небольшие расходы на эксплуатацию, благодаря малой стоимости воды по сравнению с другими видами ОТВ.

- Нет требований по герметизации защищаемого помещения.

- Простое расширение или модификация системы.

- Простой ремонт – спринклеры в пожарке легко меняются при выходе из строя или после срабатывания.

- Автономность системы, полностью автоматическая работа. Не требуется установка оборудования автоматической пожарной сигнализации для обнаружения возгорания.

- Независимость от электроснабжения в зоне пожара.

- Значительный срок службы.

Помимо плюсов, можно выделить такие недостатки спринклерной системы автоматического пожаротушения [2–4]:

– Значительная инерционность. Интервал срабатывания системы зависит от времени разрушения теплового замка, которое может составлять до 5–10 минут.

– Реакция только на высокую температуру. Нет индикации других признаков возгорания – дым, открытый огонь. Это может ухудшать точность срабатывания.

– Возможность ложных срабатываний, сложность остановки рабочего процесса при некорректном запуске.

– Возможность применения для тушения пожаров только классов А и В (для пенных систем).

– Невозможность использования на объектах с прогревом воздуха, например на производствах, связанных с высокотемпературными процессами. В этом случае будут некорректно работать тепловые замки.

– Ограничение по использованию в неотапливаемых помещениях. При отрицательной температуре вода в трубопроводе замерзает.

– Риск механического повреждения тепловых замков. Это приводит к неконтролируемому выходу жидкости или пены из оросителей. Результатом может стать существенный материальный ущерб из-за затопления помещений.

– Еще один из недостатков спринклерной системы автоматического пожаротушения состоит в том, что ее основные части являются одноразовыми. После активации отработанные спринклеры требуют замены. Это относится и к случаям ложного срабатывания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спринклерная и дренчерная системы водяного пожаротушения: применение, устройство, недостатки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://afes.pro/blog/sprinclernaia-drenchernaia-sistema-vodianogo-rozharotusheniia>. – Дата доступа: 04.12.2023.

2. Спринклерная система пожаротушения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.complex-safety.com/stati-o-pozharnoj-bezopasnosti/sprinklernaya-sistema-pozharotusheniya/> – Дата доступа: 04.12.2023.

3. Спринклерная система пожаротушения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://videoglaz.ru/blog/sprinklernaya-sistema-pozharotusheniya> – Дата доступа: 04.12.2023.

4. Спринклерная система пожаротушения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scontur.ru/blog/sprinklernaya-sistema-pozharotusheniya-podrobno-ot-a-do-ya> – Дата доступа: 04.12.2023.

БЕСПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Шинкоренко К.Е., Копать А.А.

Университет гражданской защиты

Системы пожарной сигнализации (далее – СПС) в Республике Беларусь являются обязательным элементом безопасности в зданиях и сооружениях. Они играют важную роль в обнаружении и предотвращении пожаров, сокращении времени реагирования на них и спасении людей. В Беларуси действуют нормативные требования, установленные [1] и другими соответствующими документами. Эти и другие требования определяют особенности проектирования, монтажа, эксплуатации и обслуживания СПС.

СПС могут быть как проводными (с использованием кабельной инфраструктуры для связи компонентов системы), так и беспроводными (основанными на радиосвязи между компонентами системы). Выбор конкретного типа системы зависит от требований объекта и его особенностей [2].

В Республике Беларусь проводные СПС устанавливаются на различных объектах, где требуется надежная и стабильная связь между пожарными извещателями и управляющими устройствами. Вот некоторые типичные объекты, на которых могут быть установлены проводные СПС: жилые и общественные здания, промышленные объекты, гостиничные комплексы, торговые залы [3]. Конкретный выбор системы зависит от требований и характеристик каждого отдельного объекта.

СПС могут значительно отличаться друг от друга, однако все они включают в себя обязательные элементы – пожарные извещатели, которые улавливают задымление, изменения температуры или состава воздуха, а также пожарный приемно-контрольный прибор (далее – ППКП), куда поступает вся собранная извещателями информация. При появлении возгорания или задымления этот прибор активизирует средства оповещения и передает сигнал о пожаре на пожарный пост.

Обычно извещатели и ППКП соединяются между собой шлейфами. Чем больше помещение, тем больше шлейфов требуется. Это ведет к усложнению системы и, как следствие, может стать причиной снижения степени ее надежности. Выходом в этом случае является беспроводная пожарная сигнализация. В таком типе СПС извещатели и контрольные приборы связываются между собой посредством радиосигнала [4].

Беспроводные СПС – оптимальное решение для тех объектов, где прокладка кабелей невозможна или нежелательна. Например, для музеев и дорогих ресторанов, где необходимо сохранить целостность интерьера. Она также находит свое применение в небольших помещениях, особенно в квартирах, а также на мобильных или временных объектах [5].

В технических нормативных правовых актах Республики Беларусь, таких как [6], отсутствует классификация СПС, а также пожарных извещателей на проводные и беспроводные. Вместе с тем, согласно [7] по физической реализации линии связи с ППКП пожарные извещатели могут быть радиоканальными.

Радиоканальная (беспроводная) технология построения СПС получила широкое распространение в зарубежных странах, в том числе на территории Российской Федерации.

В Российской Федерации существует несколько производителей и моделей беспроводных СПС: Ajax Systems [8], Honeywell [9], DSC (Tyco Security Products) [10], Satel [11], Rubezh [12].

У каждой из этих систем есть свои достоинства и недостатки. Но в общем случае беспроводные СПС имеют следующий принцип построения: для передачи сигналов тревоги и другой информации между извещателями и ППКП используются радиоволны. Радиоволны являются формой электромагнитного излучения, которая может передаваться через воздух без использования проводов или физического подключения.

Беспроводные СПС используют различные радиочастотные (RF) технологии для передачи данных.

Принцип работы этих методов заключается в кодировании информации, такой как сигналы тревоги, местоположение извещателей и другая дополнительная информация в радиосигналы. Эти сигналы затем передаются через воздух и принимаются ППКП, где они декодируются и анализируются для принятия соответствующих мер в случае пожара.

Отличительной особенностью беспроводных систем являются специальные аккумуляторы: в каждом элементе системы (например, пожарных извещателях) имеется собственный источник питания, который предназначен для обеспечения надежного питания и длительного времени работы устройства [13].

Общая схема организации беспроводной СПС представлена на рисунке 1 на примере оборудования Rubezh [12].

Немаловажным фактором является возможность комбинации проводных и беспроводных СПС. Это может быть полезным в случаях, когда установка проводной системы не всегда практична или экономически целесообразна, но при этом требуется высокая надежность и стабильность связи.

Такая комбинированная система может включать в себя проводные извещатели и передатчики, а также беспроводные передатчики для расширения покрытия или установки в труднодоступных местах. Например, проводные извещатели могут быть установлены в основных зонах, таких как коридоры или общественные помещения, в то время как беспроводные извещатели могут быть размещены в удаленных или новых зонах.

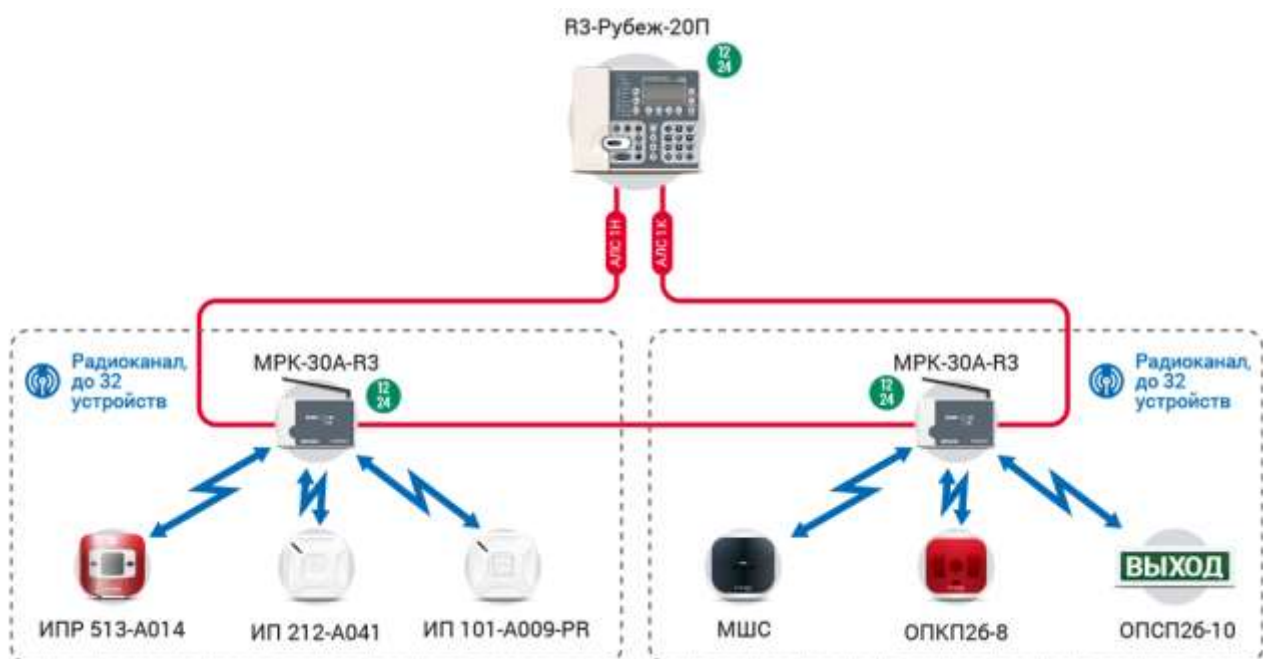


Рисунок 1. – Общая схема организации беспроводной СПС [12]

Проводные компоненты системы обычно обеспечивают более стабильную и надежную связь, так как они не подвержены помехам, связанным с беспроводной передачей. Однако, беспроводные компоненты могут быть использованы для гибкости и удобства установки, особенно в случаях, когда проводная инфраструктура сложна или невозможна.

В комбинированной системе проводные и беспроводные компоненты обычно взаимодействуют через центральную панель управления, которая может принимать и обрабатывать сигналы от обоих типов компонентов. Это позволяет создавать комплексные СПС, которые сочетают в себе преимущества обоих подходов (рис. 2).

Беспроводные СПС имеют немало преимуществ перед традиционными (со шлейфами) [4]:

1. Номинально исключают риск повреждений проводов и кабелей ввиду их отсутствия.

2. Нет необходимости в штроблении стен и потолка для прокладки электропроводки, что снижает стоимость работ и сохраняет интерьер.

3. Процесс монтажа таких систем «чище» и быстрее.

4. Могут быть установлены после ремонта, а не на стадии прокладки инженерных систем.

5. При необходимости данные системы можно демонтировать и перенести в другое помещение.

Однако беспроводные СПС имеют и свои недостатки [4]:

1. Более высокая, в сравнении с проводными аналогами, стоимость.

2. Возможность ложных срабатываний из-за воздействия очень мощных электроприборов (электродвигатели, электромоторы).

3. Перегородки и толстые стены, а также некоторое технологическое оборудование могут сократить радиус взаимодействия элементов системы или даже полностью заблокировать сигнал.

4. Наличие автономных источников питания у всех элементов, которые со временем необходимо заменять.

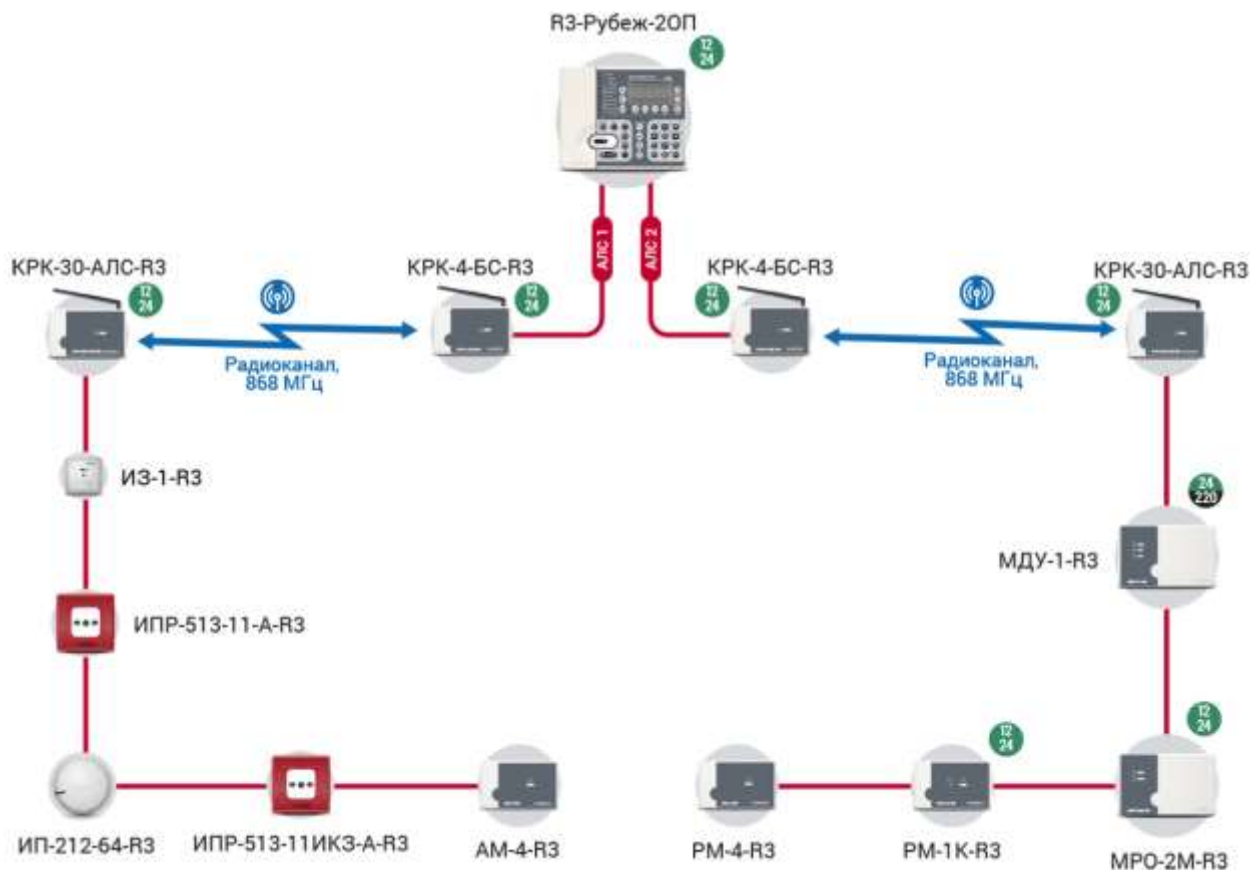


Рисунок 2. – Схема организации комбинированной СПС [12]

Беспроводные СПС предлагают ряд преимуществ, которые делают их привлекательным выбором для организаций и предприятий. Установка подобных систем может быть более экономически выгодной в сравнении с проводными, так как сокращает затраты на материалы и работы, связанные с прокладкой проводов. Также беспроводные СПС обеспечивают удобство обслуживания и возможность легкой модернизации в будущем.

С учетом этих факторов использование беспроводных СПС на территории Республики Беларусь может быть эффективным решением для обеспечения пожарной безопасности на различных объектах. Однако стоит учесть, что производство беспроводных (радиоканальных) пожарных извещателей, являющихся основным компонентом таких систем, в нашей стране только начинает развиваться и модельный ряд подобных извещателей представлен только зарубежными производителями. Следовательно, необходимо развивать данное направление и разрабатывать отечественные аналоги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы Республики Беларусь: СН 2.02.03-2019 (с Изм. № 1) – Введ. 18.08.2021 (с отменой ТКП 45-2.02-317-2018, СНБ 2.02.02-01 (п. 5.10, табл. 13), СН 3.02.03-2019 (подразд. 5.4), НПБ 15-2007). – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2021. – 99 с.
2. Системы охраны и безопасности «СОБ» (Республика Беларусь) [Электронный ресурс] / «СОБ». – Режим доступа : <http://www.sob.by/article.php?ID=98>. – Дата доступа : 06.12.2023.
3. БЕЛПОЖОХРАНСЕРВИС. Проектирование пожарной сигнализации (Республика Беларусь) [Электронный ресурс] / БЕЛПОЖОХРАНСЕРВИС. – Режим доступа : <https://bpos.by/uslugi/pozharnaya-signalizatsiya/proektirovanie-rozharnou-signalizatsii/>. – Дата доступа : 06.12.2023.
4. Альянс. Комплексная безопасность (Республика Беларусь) [Электронный ресурс] / Альянс. – Режим доступа : <https://www.complex-safety.com/stati-o-rozharnoj-bezopasnosti/besprovodnaya-pozharnaya-signalizatsiya-preimushchestva-i-nedostatki/>. – Дата доступа : 06.12.2023.
5. БелПожСигнал. Монтаж и обслуживание систем безопасности (Республика Беларусь) [Электронный ресурс] / БелПожСигнал. – Режим доступа : <https://bpsignal.by/service/pozharnaia-avtomatika/besprovodnye-sistemy-rozharnoi-signalizatsii/>. – Дата доступа : 06.12.2023.
6. Система стандартов пожарной безопасности. Системы пожарной сигнализации. Общие требования: СТБ 11.16.01-98. – Введ. 01.10.1998. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1998. – 11 с.
7. Межгосударственный стандарт. Извещатели пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний: ГОСТ 34698–2020. – Введ. 01.07.2023. – М.: Стандартинформ, 2021. – 127 с.
8. Каталог товаров ОПС и оповещения «Ажах» (Российская Федерация) [Электронный ресурс] / «Ажах». – Режим доступа : <https://ajx-russia.ru/>. – Дата доступа : 07.12.2023.
9. Каталог товаров пожарной сигнализации «Esser by Honeywell» (Российская Федерация) [Электронный ресурс] / «Esser by Honeywell». – Режим доступа : <https://www.7fort.com/katalog/pozharnaya-signalizaciya-i-rechevoe-opoveshhenie/pozharnaya-signalizaciya-esser-by-honeywell>. – Дата доступа : 07.12.2023.
10. Каталог «DSC». Пожарные и охранные извещатели. (Российская Федерация) [Электронный ресурс] / «DSC». – Режим доступа : <https://dsc.nt-rt.ru/images/showcase/11Каталог%20DSC.pdf>. – Дата доступа : 07.12.2023.
11. Каталог программируемых охранно-пожарных систем «SATEL» (Российская Федерация) [Электронный ресурс] / «SATEL». – Режим доступа : <http://satel.tw1.ru/>. – Дата доступа : 07.12.2023.
12. Портал проектировщика «Rubezh» (Российская Федерация) [Электронный ресурс] / «Rubezh». – Режим доступа : https://projects.rubezh.ru/solutions/spa/protokol-r3_spz/pozharnaya-signalizatsiya-r3/. – Дата доступа : 07.12.2023.

13. Есипович, Д.Л. Исследование беспроводных систем пожарной сигнализации на предмет прохождения радиосигнала в различных строительных конструкциях и условиях радиопомех / Д.Л. Есипович, С.Ю. Воробьев // Доклады БГУИР. – 2010. – Т. 50, № 4. – С. 17–22.

Секция 4
**Актуальные проблемы надзорной и профилактической
деятельности МЧС**

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Беспалова А.П., Игнатович В.В., Антоненков А.И

Белорусский государственный экономический университет

Пожарная безопасность является важным аспектом на промышленных предприятиях в Беларуси. В связи с тем, что пожары могут нанести значительный ущерб как для людей, так и для имущества, необходимо уделять особое внимание мерам по предотвращению пожаров и эффективному управлению пожарной безопасностью. В данном докладе мы рассмотрим законодательную базу пожарной безопасности в Беларуси, методы оценки пожарных рисков, проектирование систем пожаротушения, обучение сотрудников и контроль соблюдения требований.

1. Законодательная база пожарной безопасности в Беларуси: Закон Республики Беларусь "О пожарной безопасности" является основным законодательным актом, регулирующим пожарную безопасность на промышленных предприятиях. Он устанавливает общие принципы и требования к обеспечению пожарной безопасности. Обычно правила пожарной безопасности на промышленных объектах разрабатываются национальными организациями и могут соблюдаться в разных странах. Эти правила устанавливают требования по предотвращению пожаров, безопасности труда и защите окружающей среды на промышленных объектах.

Типичные аспекты, которые могут регулироваться правилами пожарной безопасности на промышленных объектах, включают:

Проектирование и строительство: правила могут требовать соблюдения пожарной безопасности при проектировании и строительстве промышленных объектов. Сюда могут входить правила выбора строительных материалов, систем пожаротушения и эвакуации.

Предупреждение пожаров: правила могут соблюдать требования к системам предупреждения пожаров, включая установку детекторов дыма и возгорания, систем автоматической пожарной сигнализации и систем оповещения производителей о пожаре.

Эвакуация и спасение: правила могут предписывать процедуры эвакуации в случае пожара, включая разработку плана эвакуации и установку средств пассивной и активной пожарной защиты. Они также могут определить требования к проведению тренировок и учений по эвакуации.

Пожаротушение: правила могут соблюдать требования к системам пожаротушения, включая установку и обслуживание огнетушителей, пожарных кранов, систем пожаротушения и гидрантов.

Обучение и обучение персонала: правила могут определять требования к обучению работников пожарной безопасности, включая порядок действий в случае пожара, использование средств индивидуальной защиты и знание плана эвакуации.

2. Оценка пожарных рисков: Методы оценки пожарных рисков позволяют идентифицировать и анализировать потенциальные опасности и уязвимости, связанные с пожарами. Одним из распространенных методов является методика анализа и оценки пожарных рисков (HAZOP), которая позволяет систематически исследовать процессы и выявлять возможные угрозы пожарам. **HAZOP (Hazard and Operability Study – анализ опасности и работоспособности)** – это признанный во всем мире, структурированный, основанный на командной работе метод идентификации опасностей при эксплуатации существующих и при проектировании новых объектов. Техника HAZOP предусматривает детальное рассмотрение процесса и инженерных замыслов новых или существующих объектов для оценки потенциала опасности функционирования при отклонении от заданных проектных параметров или неправильной работе отдельных узлов оборудования и их последующего воздействия на весь объект.

HAZOP проводится в виде заседаний (сессий) под руководством опытного фасилитатора с участием представителей различных служб предприятия (производство, КИПиА, техническое обслуживание, проектирование и разработка, технологическое обеспечение и т.п.). К сессиям HAZOP также могут быть привлечены специалисты в области охраны окружающей среды и промышленной безопасности. Определение категорий пожарной опасности на предприятии позволяет классифицировать различные зоны по степени риска возникновения и распространения пожара. Это помогает разработать соответствующие меры предосторожности и системы пожаротушения.

3. Проектирование систем пожаротушения:

- Системы пожаротушения играют важную роль в обеспечении пожарной безопасности на промышленных предприятиях. Они включают в себя различные методы тушения пожара, такие как :

Системы томатического пожаротушения, системы пенного пожаротушения и системы газового пожаротушения.

- При проектировании систем пожаротушения необходимо учитывать особенности предприятия, характеристики процессов, наличие взрывоопасных и легковоспламеняющихся материалов. Также следует учитывать требования нормативных документов и стандартов, включая рекомендации МЧС Беларуси.

Основные этапы проектирования:

- сбор информации об объекте
- составление технического задания
- выбор оптимального способа тушения пожара и огнетушащих средств (водяные, порошковые, газовые, пенные, аэрозольные)

- составление проекта с учетом всех действующих норм и правил МЧС
- согласование проектной документации
- сдача проекта

Состав проекта пожаротушения. Проект состоит из теоретической и графической частей. В теоретической части приводятся решения по выбору оборудования и материалов. Проектные решения осуществляются согласно действующих норм и правил. А также проводятся необходимые расчеты. От правильного произведенного гидравлического расчета зависит работа установки водяного или водопенного пожаротушения в целом. От расчета количества модулей и агрегатов порошкового и газового пожаротушения зависит продолжительность работы установок и достаточность огнетушащего вещества для ликвидации пожара и соответственно эффективность защиты вашего объекта. В графической части проекта пожаротушения приводится расстановка оборудования на поэтажных планах, схемы соединения приборов, прокладка кабелей, проводов, информационных линий. Оптимально разработанный проект автоматического пожаротушения не только ускоряет процесс монтажа системы пожаротушения, но и позволяет сэкономить материалы и оборудование.

4. Обучение сотрудников и контроль соблюдения требований:

Обучение сотрудников и контроль соблюдения требований пожарной безопасности – это крайне важные аспекты для обеспечения безопасности в любом рабочем окружении. Поддержание безопасного рабочего места и способности правильно реагировать в случае чрезвычайных ситуаций, таких как пожар, имеет решающее значение для сохранения человеческих жизней и имущества.

Обучение сотрудников

Эффективное обучение сотрудников играет центральную роль в предотвращении и управлении пожарами. Это включает в себя:

1. Пожарно-технический минимум: Обучение персонала основам пожарной безопасности, способам предотвращения пожаров и безопасной эвакуации в случае возникновения пожара.

2. Использование средств пожаротушения: Подготовка сотрудников к использованию средств пожаротушения, таких как огнетушители, а также знание различных классов огня и методов их тушения.

3. Эвакуационные учения: Организация практических учений по эвакуации, обучение сотрудников действовать эффективно в случае возникновения пожара или другой чрезвычайной ситуации.

Контроль соблюдения требований

1. Планы эвакуации и пожарные выходы: Регулярная проверка и обновление планов эвакуации, уверенность в том, что пожарные выходы доступны и не заблокированы.

2. Проверка огнетушителей и оборудования: Регулярная инспекция и обслуживание огнетушителей и другого противопожарного оборудования, чтобы гарантировать их работоспособность в случае необходимости.

3. Контроль за использованием оборудования: Отслеживание правильного использования электроприборов, кабелей и других потенциально опасных материалов для предотвращения возгораний.

Кроме того, законодательство многих стран обязывает организации проводить регулярные инспекции и убедиться, что соответствуют стандартам пожарной безопасности.

Грамотное обучение и строгий контроль соблюдения требований пожарной безопасности способствуют созданию безопасной и надежной рабочей среды для всех сотрудников.

Заключение:

В обеспечении пожарной безопасности на промышленных предприятиях в Беларуси играют важную роль законодательная база, оценка пожарных рисков, проектирование систем пожаротушения, обучение сотрудников и контроль соблюдения требований. Соблюдение всех необходимых мер позволит минимизировать риски возникновения и распространения пожара на предприятии, защитить жизни людей и сохранить имущество.

Законодательная база

Законодательство является основой для обеспечения пожарной безопасности на промышленных предприятиях. Оно устанавливает стандарты, требования и нормативы, которым предприятия должны соответствовать, чтобы обеспечить безопасные условия труда и защитить от пожаров. В Беларуси существуют законы и нормативные акты, регулирующие пожарную безопасность, которые охватывают множество аспектов, включая проектирование зданий, оборудование, материалы и процессы.

Оценка пожарных рисков

Оценка пожарных рисков позволяет идентифицировать потенциально опасные ситуации и места на предприятии, а также определить необходимые меры по их уменьшению. Это включает анализ вероятности возникновения пожара, его возможных последствий и способы управления рисками.

Проектирование систем пожаротушения

Проектирование систем пожаротушения включает в себя выбор и установку оборудования для предотвращения и тушения пожаров. Это может включать автоматические системы пожаротушения, дымоудаление, пожарную сигнализацию и другие меры, целью которых является быстрое обнаружение и тушение пожаров.

Обучение сотрудников и контроль соблюдения требований

Обучение сотрудников и строгий контроль за соблюдением требований пожарной безопасности являются базовыми элементами успешной пожарной защиты на предприятии. Обученные сотрудники способны правильно реагировать в чрезвычайных ситуациях, а регулярный контроль позволяет убедиться в соблюдении всех необходимых мер безопасности.

Соблюдение всех этих мер позволит минимизировать риски возникновения и распространения пожара на предприятии, а также будет способствовать защите жизней людей и сохранению имущества. Все эти меры

в совокупности создают культуру безопасности, что является краеугольным камнем заботы о безопасности на промышленных предприятиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь "О пожарной безопасности".
2. Правила пожарной безопасности на промышленных объектах (ПБО-01-2020).
3. Обеспечение пожарной безопасности. Комплексный подход: в 2 ч. / редкол. В.И. Козлачков (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Полымя, 1992. – 2 ч.
4. Козлачков, В.И. Обеспечение пожарной безопасности объектов народного хозяйства (практикум для пожарно-профилактических работников) / редкол. В.И. Козлачков (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Полымя, 1993.
5. Клубань, В.С. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса / В.С. Клубань, А.П. Петров, В.С. Рябиков. – М.: Стройиздат, 1987. – 477 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФОРМ И МЕТОДОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Воронов С.П.

МЧС России

*Сидоркин В.А., Мартемьянов С.И., Мазаев К.А., Щербатых Л.В.,
Новиков А.А.*

ФГБУ «Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России»

Петрова Н.Г., Сидоркин Г.В.

ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет»

Современные информационно-коммуникационные технологии (далее – ИКТ) значительно влияют на дополнительное профессиональное образование (далее – ДПО) специалистов различного уровня и способствуют повышению качества образования. Одной из образовательных парадигм является использование онлайн-ресурсов во время обучения, что значительно упрощает доступ к обучению. Данный вопрос важен в связи с цифровизацией различных сфер жизнедеятельности человека и планетарной проблемой, связанной с эпидемиологической обстановкой, а также актуален в особых условиях, характерных для настоящего времени вызовов и угроз, в определенной зависимости от срабатывания или отказа технических средств противопожарной защиты объектов экономики, систем оповещения населения.

Информационные технологии трансформируют мир на протяжении многих столетий – от начала массового производства бумаги (1000 лет назад) и до настоящего времени. Показательный пример из недавнего прошлого – Интернет. В марте 1989 года сэр Тим Бернерс-Ли изложил свое видение того, что впоследствии стало известно как Всемирная паутина. Прошло всего 30 лет, и мы живем в цифровом мире, в котором Интернет стал неотъемлемой частью нашей деловой активности и повседневной жизни. В 1995 году доступ к Интернету имело менее 1 % населения, а сегодня им пользуются 42 % жителей планеты. Интернет и мобильные устройства достигают стран-партнеров быстрее, чем другие технологии [1].

Анализируя текущие проблемы и перспективы просвещения в сфере безопасности, наиболее рационально применение онлайн-курсов в дополнительном профессиональном образовании для достижения высокого качества обучения. Необходимо отметить, что существуют системы, которые используются во всем мире и некоторые системы используются только в одной или нескольких странах, дискретно оставляя информационный след.

В 2018 году принята Европейская модель цифровых компетенций для образования (EU Digital Competence Framework for Educators), в рамках которой, формирование цифровых компетенций сосредоточено в трех ключевых направлениях:

- совершенствование применения цифровых технологий в преподавании и обучении;
- развитие навыков, необходимых для цифровой трансформации;
- опора на анализ и прогнозирование на основе данных в образовании.

Смысл и логика подсказывают о недоработке Европейской модели цифровых компетенций для образования и необходимости включения отдельной позиции–предтечи **...Мониторинг (наблюдение) информационных компонентов в образовательной среде...** Данная идея Сидоркина В.А. транслировалась профессорско-преподавательскому составу, в рамках проведения онлайн-обучения по программе дополнительного профессионального образования «Универсальные педагогические компетенции: методология и технологии подготовки Учителя будущего», организованной МПГУ и ЯрПГУ [2].



Дополнительное профессиональное образование (выдержки)

1. Дополнительное профессиональное образование направлено на удовлетворение образовательных и профессиональных потребностей, профессиональное развитие человека, обеспечение соответствия его квалификации меняющимся условиям профессиональной деятельности и социальной среды.

2. Дополнительное профессиональное образование осуществляется посредством реализации дополнительных профессиональных программ (программ повышения квалификации и программ профессиональной переподготовки).

3. К освоению дополнительных профессиональных программ допускаются:

- лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование;
- лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

4. Программа повышения квалификации направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

5. Программа профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации.

6. Содержание дополнительной профессиональной программы определяется образовательной программой, разработанной и утвержденной организацией, осуществляющей образовательную деятельность, если иное не установлено настоящим Федеральным законом и другими федеральными законами, с учетом потребностей лица, организации, по инициативе которых осуществляется дополнительное профессиональное образование.

7. Обучение по дополнительным профессиональным программам осуществляется как одновременно и непрерывно, так и поэтапно (дискретно), в том числе посредством освоения отдельных учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), прохождения практики, применения сетевых форм, в порядке, установленном образовательной программой и (или) договором об образовании.

8. Дополнительная профессиональная образовательная программа может реализовываться в формах, предусмотренных настоящим Федеральным законом, а также полностью или частично в форме стажировки.

9. Формы обучения и сроки освоения дополнительных профессиональных программ определяются образовательной программой и (или) договором об образовании...[3].

Современное образование характеризуется как непрерывный процесс и важнейшая часть жизни человека, обеспечивающая ему возможность ориентироваться в потоке информации, комфортно чувствовать себя в информационном обществе, легко адаптироваться к инновациям. Мировое сообщество базируется на ИКТ, формируя новую структуру – информационное общество. Обеспечение образования теорией и практикой использования ИКТ является одним из важнейших средств реализации новой государственной парадигмы. Вместе с формированием информационного общества, расширением коммуникаций, обострением конкуренции на всех рынках предъявляют растущие требования к профессиональной компетентности и функциональной грамотности каждого человека и особо руководителя.

Современная система образования не всегда, в полной мере удовлетворяет потребность в углубленном изучении определенных направлений в профессии, получение знаний, умений и превращение их в навыки. Зачастую, во время учебных занятий, не удается донести до обучающихся взаимосвязь изучаемого материала, с применением его в обыденной жизни. Не в меньшей мере, данное утверждение относится и к программам, направленных на получение знаний в области комплексной безопасности во времени и пространстве.

Общеизвестно, что целью дополнительного образования является: дополнить «образовательную программу, разработанную организацией», осуществить взаимосвязь теории с практикой, помочь в развитии творческого потенциала личности в соответствии с запросами общества.

Преимуществом дополнительных общеразвивающих программ является их доступность для освоения, зачастую «досуговой, развлекательный характер», но в тоже время возможность расширения знаний, имеет прикладной характер, что придает им востребованность и актуальность в настоящее время.

В образовательном процессе используются лучшие традиционные и инновационные методы, средства и формы обучения, основанные на компьютерных и телекоммуникационных технологиях. Данное обучение от очной формы обучения отличают следующие преимущества:

- возможность заниматься в удобное для себя время, без отрыва от производства, в удобном месте и темпе. Гибкий отрезок времени для освоения дисциплины;

- возможность из набора независимых учебных курсов – модулей формировать учебный план, отвечающий индивидуальным или групповым потребностям;

- одновременное обращение ко многим источникам учебной информации (электронным библиотекам, банкам данных, базам знаний и т.д.);

- эффективное использование учебных площадок, технических средств, транспортных средств, концентрированное и унифицированное представление учебной информации и простой доступ к ней снижает затраты на подготовку специалистов.

Как пример, можно привести колоссальный опыт Учебного центра ФГБУ ВНИИПО МЧС России, который разработал различные программы по обучению ДПО в области пожарной безопасности для работников, имеющих среднее профессиональное или высшее образование по специальности, а также не имеющих профессиональных компетенций в области пожарной безопасности, приобретенных в период получения среднего профессионального образования или высшего образования, разработана дополнительная программа – программа профессиональной переподготовки в области пожарной безопасности для получения квалификации "Специалист по "Пожарной профилактике" или по программе профессиональной переподготовки специалистов в области обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. Так Учебным центром института за период 2022–2023 годы по теме "Пожарная профилактика" выпущено 78 специалистов.

Как показал проведенный онлайн-опрос, обучающиеся, дополнительного образования в дистанционном формате, удовлетворены его организацией: 70 % ответили положительно на вопрос о соответствии ожидаемому уровню обучения и качеству представленного материала. При этом, как недостаток данной формы обучения, было названо отсутствие живого общения со сверстниками и педагогами.

В результате проведенного анализа, мы пришли к выводу, что необходимо и в дальнейшем развивать данный «уровень образования». Это касается не только дополнительных программ изучения в области предмета, но и программ, направленных на формирование метапредметных знаний, включающих освоение новых направлений. «Обучающий аспект дидактической цели в контексте метапредметности предполагает осмысление законов и закономерностей развития окружающего мира, осознание его целостности на основе усвоения метазнаний – знаний о том, как знание устроено и структурировано; знаний о методах познания и способах их использования». Подобные программы не настолько широко представлены в практике образовательных организаций, их значение для интеллектуального развития личности зачастую остается недооцененной в образовательном процессе.

Программы, направленные на приобретение знаний в области комплексной безопасности, помогут сформировать не только знания о правилах поведения в чрезвычайных ситуациях, при пожаре, в условиях пандемии, но и мировоззренческие позиции, что не маловажно для современной молодежи.

При разработке программы, по нашему мнению, целесообразно в содержание темы включить направления из различных областей: безопасность жизнедеятельности, пожарная безопасность, основы медицинских знаний и т.д. Преимуществом данного курса является, возможность его включения в систему дополнительного образования, практически любой образовательной организацией.

Эффективность применения онлайн-обучения в системе дополнительного профессионального образования в области пожарной безопасности при подготовке специалистов системы РСЧС наблюдается в Учебном центре ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Санкт-Петербургском Университете ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, Институте развития Академии ГПС МЧС России, МПГУ и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алессандро Брольпито. Цифровые навыки и компетенция, цифровое и онлайн-обучение. Европейский фонд образования, Турин, 2019.
2. Программа повышения квалификации. Универсальные педагогические компетенции: методология и технологии подготовки Учителя будущего. МПГУ, 2021.
3. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022). Статья 76. Дополнительное профессиональное образование.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСВЕДОМЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ О МЕРАХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Каминская В.С., Пузикова А.Е., Антоненков А.И.

Белорусский государственный экономический университет

Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС) имеет важное значение для обеспечения безопасности граждан и страны в целом. Однако, оно также сталкивается с различными проблемами, которые могут влиять на эффективность работы. Основные проблемы МЧС необходимо идентифицировать и решить, чтобы гарантировать быструю и эффективную реакцию на аварии, стихийные бедствия и другие чрезвычайные ситуации.

В последние годы, к сожалению, сохраняется тенденция роста числа чрезвычайных ситуаций как техногенного, так и природного характера, увеличивается количество пострадавшего и погибшего в них населения.

Каждая опасная и чрезвычайная ситуация имеет свою специфику, зависит от многих условий (место, время, причины, ее вызвавшие, и другие факторы) и требует конкретных действий человека с учетом реально складывающейся обстановки. Тем не менее есть целый ряд общих положений поведения человека для обеспечения личной безопасности при чрезвычайных ситуациях.

Информационная осведомленность населения о мерах предотвращения чрезвычайных ситуаций играет ключевую роль в обеспечении безопасности жизнедеятельности людей и является важнейшей проблемой надзорной и профилактической деятельности МЧС. Знание того, как оказать первую помощь пострадавшим и как организовать эвакуацию, помогает людям сохранить спокойствие и принять необходимые меры в случае чрезвычайных

ситуаций. Это также способствует более эффективной координации действий и уменьшению потенциального количества пострадавших.

Виды чрезвычайных ситуаций могут быть различными, включая пожары, наводнения, землетрясения, техногенные катастрофы и террористические акты. Поведение в таких ситуациях может либо спасти жизни и уменьшить материальные потери, либо наоборот, стать причиной смерти людей и иных неблагоприятных последствий. К сожалению, не все люди информированы о правильном поведении в таких ситуациях, либо же исходя из отсутствия практики и наглядных примеров просто забывают о последовательности действий в таких ситуациях, что также влечет последствия.

Для того чтобы в какой-то степени решить эту проблему проводятся мероприятия по теоретическому информированию людей о правильном поведении в ЧС. Также в настоящее время актуальны мероприятия с присутствием специалистов, где дети и взрослые могут применить на практике свои знания, попадая в инсценированные чрезвычайные ситуации, тем самым приобретая опыт в оказании первой помощи и т.д. Проводятся соревнования спасателей, что также привлекает интерес населения.

Еще одним из важнейших инструментов информационной осведомленности являются средства массовой информации, такие как телевидение, радио, интернет, соцсети. Они с помощью новостей, публикаций и специальных программ могут предупредить население о возможных чрезвычайных ситуациях, а также дать информацию о том, как правильно действовать в этих ситуациях.

Органы государственной власти также активно участвуют в информационных кампаниях. Они распространяют информацию о мерах предотвращения чрезвычайных ситуаций и о том, как правильно реагировать при возникновении таких ситуаций.

Важно отметить, что информационная осведомленность населения должна быть всесторонней и достигать как можно большего числа людей. Должны быть предусмотрены различные форматы информации, чтобы учесть разные уровни осведомленности и образования населения.

Образовательные учреждения, такие как школы и вузы, также играют важную роль в повышении информационной осведомленности о мерах предотвращения чрезвычайных ситуаций. Они проводят тренировки и семинары, где обучают сотрудников и студентов правильным действиям в экстренных ситуациях.

В целом, информационная осведомленность населения о мерах предотвращения чрезвычайных ситуаций занимает особое место в обеспечении безопасности людей. Кроме того, важно также обучать людей использованию средств индивидуальной защиты и предоставлять доступ к информации о том, как действовать в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Это поможет улучшить реакцию населения на чрезвычайные ситуации. Правильная информация и знания о том, как действовать в экстренных ситуациях, могут спасти множество жизней и снизить возможные потери.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила поведения в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера. (1 апрель 2019 г.). Получено из <https://xn----7sbgbblebttfkcmttcfsah5ae0aec4a9y.xn--p1ai/articles/402-pravila-povedenija-v-uslovijah-chrezvychainyh-situacii-prirodnogo-haraktera.html>
2. Проблемы МЧС и пути их решения. (б.д.). Получено из <https://deti-skazki.ru/novosti/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D1%8B-%D0%BC%D1%87%D1%81-%D0%B8-%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%B8-%D0%B8%D1%85-%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/?ysclid=lpcephwukdr712454305>

ПРИМЕНЕНИЕ ЧАТ-БОТА КАК ЭФФЕКТИВНОГО СРЕДСТВА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С РОДИТЕЛЯМИ В ФОРМИРОВАНИИ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ковалькова О.А.,

Университет гражданской защиты

В системе дошкольного образования накоплен достаточно большой опыт по организации взаимодействия работника МЧС и семьи. Однако в настоящее время происходит активный поиск новых технологий и форм взаимодействия с родителями воспитанников учреждения дошкольного образования (далее УДО), обусловленный особенностями современного общества. Если раньше родители дошкольников получали информацию о развитии и воспитании своих детей в специализированных уголках со стендов, ширм, папок-передвижек, изготовленных воспитателями собственноручно, то сегодня, родители отдают предпочтение новым-источникам, таким как интернет и цифровые технологии. Большинство современных родителей дошкольников – активные пользователи сети Интернет. Они являются участниками различных Интернет-сообществ, тематических порталов, сайтов и других Интернет-ресурсов. Поэтому наряду с традиционными формами организации эффективного взаимодействия семьи и работниками МЧС актуальны инновационные интерактивные формы на основе использования ИКТ-технологий [2]. Одной из форм может быть использование чат-ботов.

Чат-боты представляют собой программы, разрабатываемые на основе технологии машинного обучения и нейросетей под определенный набор целей. Фактически чат-бот – это автоматизированный и персонализированный чат между компьютерной системой и пользователем, своеобразный «младший» партнер менеджера программы или обучающегося. Иными словами, чат-бот можно воспринимать как программу-собеседник, которая способна имитировать человеческое общение при помощи текстовых или голосовых

сообщений [1]. Чат-боты помогают автоматизировать выполнение задачи, работая по заданному алгоритму, и применяются в различных областях в качестве интеллектуальных информационных источников.

Главная цель внедрения чат-ботов – создание единого информационного пространства, системы, в которой задействованы и на информационном уровне связаны все участники процесса обучения: администрация, воспитатели, работники МЧС и родители. Множество исследователей, среди которых Белоус Е., Зильберман Н.Н., Иванов А.Д., Иванова Е.Г., Кузнецов В.В., Чивилев А.А., отмечают, что чат-боты являются перспективным направлением в сфере информационных технологий и рассматривают аспекты их работы в статьях с разных точек зрения [4].

Чат-боты сочетают в себе две важные составляющие: они *многозадачны*, так как позволяют автоматизировать целый ряд процессов (осуществление рассылки информации, получение консультаций, проведение мероприятий, ведение опросов для родителей для выявления слабых мест в знаниях по культуре безопасности жизнедеятельности), и удобны для взаимодействия с пользователем за счет комфортного формата общения, имитирующего разговор с собеседником. Эти качества чат-бот-приложений делают их незаменимым средством формирования компетентности родителей в обозначенной сфере.

Благодаря *кроссплатформенности*, чат-бот-приложения доступны на различных операционных системах, вообще, не требуют установки на компьютер, так как большая часть функций может выполняться на удаленных серверах.

Следует подчеркнуть, что чат-боты могут вовлечь родителей в процесс обучения, заинтересовать их в усвоении материала за счет постоянной коммуникации с работниками МЧС и воспитателями, которая является важным средством получения обратной связи.

Преимущества использования чат-ботов во взаимодействии с семьями дошкольников заключаются в следующем:

- минимизация времени доступа родителей к информации;
- возможность продемонстрировать любые фотоматериалы;
- оптимальное сочетание индивидуальной работы с родителями;
- обеспечение диалога работника МЧС и родителей группы;
- расширение информационных потоков;
- информация изучается родителями в удобное для них время;
- оперативное получение информации родителями;
- оптимизация взаимодействия педагога с семьей;
- групповые и индивидуальные консультации, информационное сопровождение, в том числе, пошаговые подсказки, наводящие вопросы и активизация обучающихся родителей за счет возможного получения тематических дополнительных материалов и обратной связи.

Использование чат-бота в УДО играет важнейшую роль в процессе обучения родителей и на сегодняшний день сервисы дистанционного обучения

предоставляют родителям новые удобные способы освоения информации в любой месте, где они бы не находились.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, В. В. Перспективы развития чат-ботов / В. В.Кузнецов // Успехи современной науки. – 2016. – № 12. – С. 16–19.
2. Абалуев, Р. Н. Интернет-технологии в образовании / Р. Н.Абалуев, Н. Г.Астафьева // Учебно-методическое пособие. – Ч.3. – Тамбов : Издательство ТГТУ, 2012. – 114 с.
3. Классификация и методы создания чат-бот приложений [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-metody-sozdaniya-chat-bot-prilozheniy/viewer>. – Дата доступа : 16.08.2023.
4. Зильберман, Н. Н. Технологии виртуальных собеседников и формы речевого взаимодействия [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-virtualnyh-sobesednikov-i-formy-rechevogo-vzaimodeystviya>. – Дата доступа : 16.08.2023.

УЧЕБНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ БУКЛЕТ НА ТЕМУ: «ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ БОЕВОЙ ГОТОВНОСТИ НА ГРАЖДАНСКОЕ НАСЕЛЕНИЕ, ВВЕДЕННЫХ В СВЯЗИ С СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИЕЙ НА 2023 ГОД»

Кольцов Г.А., Попов С.Ю.

«Ижевский государственный технический университет имени
М.Т. Калашникова»

Институт непрерывного профессионального образования

На сегодняшний день большое количество стран задействовано в конфликтах различных масштабов. Если рассматривать безопасность гражданского населения страны, то низкий уровень грамотности населения относительно поведения в случае угрозы ЧС, что, как правило влечет за собой не регламентированные потери и сверх нормативный ущерб, в силу низкой психологической устойчивости личности. Таки образом, полнота информации, обучение и тренинг, повысит психологическую устойчивость населения в случаи угрозы ЧС. Рассмотрим на примере нынешней ситуации на территориях Украины и Российской Федерации. На территории Российской Федерации введены режимы различной боевой готовности, по регионам. К сожалению, не были предприняты действия к распространению информации на местном уровне. Исходя, из этого была выявлена проблема неосведомленности населения. Поэтому, крайне необходимо заниматься распространением дополнительной информации, в сфере безопасности человека и его действий в случаях необходимости, в условиях современного времени. В качестве решения этой проблемы, разработан учебно-информационный буклет.

ДЛЯ ЖИТЕЛЕЙ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ РЕАГИРОВАНИЯ

Рекомендации:

1. На улице и в общественных местах обращай внимание на брошенные предметы - сумки, мешки, рюкзаки, чемоданы, пакеты, особенно с торчащими проводами и техническими устройствами. Не трогай эти предметы и держись от них подальше. Обязательно сообщи о них сотруднику полиции, МЧС, охраны.
2. На улице и в общественных местах обращай внимание на странных, подозрительных людях (одежда не по сезону, озираются по сторонам, что-то спрятано под одеждой). Сообщи о них сотруднику полиции, МЧС, охраны. На улице и в общественных местах обращай внимание на странных, подозрительных людях (одежда не по сезону, озираются по сторонам, что-то спрятано под одеждой). Сообщи о них сотруднику полиции, МЧС, охраны.
3. Относись с пониманием к проверке документов сотрудниками полиции, вежливо отвечай на их вопросы, оказывай посильное содействие.
4. Не принимай от незнакомцев на хранение и для транспортировки свертки, коробки, рюкзаки, сумки, чемоданы и другие предметы.



ДЛЯ ЖИТЕЛЕЙ С БАЗОВЫМ УРОВНЕМ РЕАГИРОВАНИЯ

Рекомендации:

1. Оказание содействия для реализации мер по удовлетворению вооруженных сил.
2. Относиться с пониманием к усилению охраны на важных объектах, общественных зданий и т.п.
3. Относись с пониманием к проверке документов сотрудниками полиции, оказывай посильное содействие.
4. Помни про опасность, исходящую от оставленных предметов и подозрительных людей. По возможности окажи содействие сотрудникам полиции. Не поддавайся панике.
5. Следи за новостями о текущей обстановке по телевидению, радио, сети Интернет. Не поддавайся панике

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтунин, А. Т. Формирования гражданской обороны в борьбе со стихийными бедствиями [Текст] : учебник и учебное пособие / А. Т. Алтунин. – М : Стройиздат, 1978. – 245 с.
2. Максимальный уровень реагирования, средний уровень, уровень повышенной готовности, уровень базовой готовности: Как будут разделены регионы по уровням реагирования. Текст: электронный// URL: <http://rg.ru/2022/10/19/reg-cfo/> обращения: 04.12.23.
3. Указ Президента Российской Федерации от 19 октября 2022 года № 757 "О мерах, осуществляемых в субъектах Российской Федерации в связи с Указом Президента Российской Федерации от 19 октября 2022 г. № 756" <http://publication.pravo.gov.ru/> обращения: 04.12.23.
4. О военном положении: Федеральный конституционный закон от 30.01.2002 N 1-ФКЗ (ред. от 02.11.2023): [Принят Государственной Думой 27 декабря 2001года: одобрен Советом Федерации 16 января 2002 года]. – Текст: электронный // Консультант плюс : информационно-правовой портал. – Москва, 2002. Загл. титул. экрана. URL: <https://www.consultant.ru/>

Научное издание

**ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ
ПРИ ПОЖАРЕ И ВЗРЫВЕ**

*Сборник материалов
X Международной заочной научно-практической конференции*

(22 декабря 2023 года)

Ответственный за выпуск *С.С. Ботян*
Компьютерный набор и верстка *В.Ф. Кадол*

Подписано в печать 22.01.2024.
Формат 60×84 ¹/₁₆. Гарнитура Таймс.
Бумага офсетная. Цифровая печать.
Усл. печ. л. 11,74. Уч.-изд. л. 10,54.
Тираж 1 экз. Заказ 007-2023.

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.
220118, г. Минск, ул. Машиностроителей, 25.