

МИНИСТЕРСТВО ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ИНСТИТУТ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ



## **ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Сборник материалов международной заочной научно-практической  
конференции  
28 апреля 2016 года

Светлая Роша  
ИПК  
2016

УДК 614.8  
ББК 38.96  
П46

**Организационный комитет конференции:**

*председатель – начальник ИППК МЧС Республики Беларусь В.В. Сигневич;  
заместитель председателя – первый заместитель начальника ИППК МЧС  
Республики Беларусь по учебной работе С.В. Маршина;*

члены организационного комитета:

*начальник факультета повышения квалификации ИППК МЧС Республики  
Беларусь Н.Л. Батый;*

*канд. техн. наук, доц., начальник кафедры «Пожарная аварийно-спасательная  
техника» ИППК МЧС Республики Беларусь В.Е. Бабич;*

*канд. техн. наук, доц., начальник факультета оперативно-спасательных сил  
Черкасского института пожарной безопасности имени Героев Чернобыля  
Национального университета гражданской защиты Украины Е.В. Качкар;*

*канд. техн. наук, доц., начальник кафедры автоматических систем  
безопасности А.С. Миканович;*

*канд. техн. наук, доц., начальник кафедры пожарной и промышленной  
безопасности С.М. Пастухов;*

*начальник кафедры «Предупреждение чрезвычайных ситуаций» ИППК МЧС  
Республики Беларусь А.В. Суриков;*

*канд. техн. наук, доц., начальник кафедры специальной химии и химической  
технологии Национального университета гражданской защиты Украины  
Е.В. Тарахно.*

ответственный секретарь – А.Н. Кранцевич.

**Пожарная безопасность: проблемы и перспективы**

П46 сб. материалов междунар. заочной науч.-практ.  
конференции – Светлая Роща: ИППК, 2016. – 134 с.

Материалы не рецензировались, ответственность за содержание несут авторы.

УДК 614.8  
ББК 38.96

© Государственное учреждение образования  
«Институт переподготовки и повышения  
квалификации» МЧС Республики Беларусь, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

- АБДРАФИКОВ Ф.Н., КОСТЮКЕВИЧ А.П.** (Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь). Установка для проведения аэродинамических исследований систем противодымной защиты. 6
- АЗАРОВ С.И.** (Институт ядерных исследований НАН Украины), **СИДОРЕНКО В.Л., ДЕМКИВ А.Н.** (Институт государственного управления в сфере гражданской защиты, Украина). Исследование вероятности возникновения лесных пожаров в Чернобыльской зоне. 8
- АПЕТ А.П., БАРАН В.Н., АБДРАФИКОВ Ф.Н.** (Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь). Установка для определения перепада давления в герметичных аппаратах с горючей жидкостью при изменении температуры. 13
- БАБИЧ В.Е., КУЗЕЙ А.М., ЛЕБЕДЕВ В.Я., МЕЗЕНЦЕВ А.П.** (Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь). Повышение безопасности применения алмазобразивного инструмента при ликвидации чрезвычайных ситуаций. 15
- БУЛЫГА Д.М.** (Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь). Анализ применения промышленных огнепреградителей на промышленных объектах. 18
- БУЛЫГА Д.М.** (Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь). Огнепреградитель с пламегасящим элементом из проницаемого металлического материала. 20
- ВОВК С.Я., БАШИНСКИЙ О.И., ЛАЗАВЕНКО С.Ю.** (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности). Огнезащитные покрытия для целлюлозосодержащих материалов. 22
- ВОЛОСАЧ А.В.** (Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь). Исследование силикатных блоков для интерпретации процесса возникновения и развития пожара. 26
- ГЛУШКОВ А.Н., ДОЛГИЙ А.И., АБДРАФИКОВ Ф.Н.** (Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь). Обеспечение пожарной безопасности процессов тепловой сушки, применяемых на объектах агропромышленного комплекса. 31
- ГОМАН П.Н., СОБОЛЕВСКАЯ Е.С.** (Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь). Разработка программы «Wildfire» по прогнозированию 35

- развития лесных пожаров.
- ГОРБАНЬ В.Б., ЖЕЗЛО Н.В., ХЛЕВНОЙ А.В.** (*Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности*) 39  
Статистический подход к разработке игровых форм обучения правилам пожарной безопасности в начальной школе.
- ГОРОВЫХ О.Г., ВОЛОСАЧ А.В.** (*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*) 44  
К вопросу применения к газосиликатным блокам методик исследования железобетонных конструкций для определения очага пожара.
- ГОРОВЫХ О.Г.** (*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*), **ОРАЗБАЕВ А.Р.** (*ТОО «SEMSEK Ort Sondirushi», Республика Казахстан*) 49  
Метод снижения выносимого на поверхность углеводородной жидкости в резервуаре электростатического заряда.
- ГРАЧУЛИН А.В.** (*Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*) 53  
Системы пожаротушения тонкораспыленной водой.
- ДАВЫДИК М.А., БИРЮК В.А.** (*Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*) 56  
Проблемы обеспечения пожарной безопасности теплогенерирующих устройств жилого сектора.
- ДРОБЫШ А.С., КУДРЯШОВ В.А.** (*Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*) 60  
Результаты экспериментальных исследований по оценке прочности и деформативности композитного материала.
- ЖАМОЙДИК С.М., НЕМУРОВА А.Г.** (*Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*) 62  
Расчет величины временной пожарной нагрузки при расчете температурного режима пожара для помещений категории В1.
- КАРПЕНКО В.А., КОВАЛЕВ А.И., ВОЛОСАЧ А.В.** (*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*) 65  
Интерпретация следов термических поражений при выгорании жидких интенсификаторов горения.
- КАЧКАР Е.В.** (*Черкасский институт пожарной безопасности имени героев Чернобыля*) 67  
Определение огнезащитной способности внутренней трехслойной перегородки с теплоизоляционным материалом из минераловатных плит.
- КОНДРАТЕНКО И.В., КРАВЦОВ А.П., ВОЛОСАЧ А.В.** 74  
(*Государственное учреждение образования «Институт*

- переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь).* К вопросу выявления следов больших переходных сопротивлений после пожара.
- КОНДРАТОВИЧ А.В., ВОЛОСАЧ А.В.** (*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*). Проблемные вопросы подготовки и проведения мониторинга объектов. 76
- КОЦУБА А.В., НОЩЕНКО А.Л., ПЕРВЕНЕНОК Д.Л.** 78  
(*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*). Покрытия для экранирования дымового пожарного извещателя.
- КОЦУБА А.В., КРУГЛИК Д.В. КУЛЕНОК А.В.** (*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*). Анализ методик расчета удельной пожарной нагрузки. 80
- МАКАРЕВИЧ Д.В., МАСЛАКОВА Е.С., КОЦУБА А.В.** 83  
(*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*). Особенности некоторых противопожарных требований к строительно-монтажным работам в странах Таможенного союза.
- НАУМЕНКО В.С. ПЕСТРАК И.Г., КОЦУБА А.В.** (*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*). Смог лесных пожаров и его воздействие на население Республики Беларусь. 86
- ОСЯЕВ В.А.** (*Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*). Динамика среднеобъемной температуры газовой среды в горящем помещении и коридоре на начальной стадии пожара. 88
- ПАПЕНКО Д.Г., ПАПЕНКО К.Ф., АБДРАФИКОВ Ф.Н.** 91  
(*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*). Некоторые вопросы по обеспечению пожарной безопасности при проведении процессов окраски.
- ПОЛЕВОДА И.И., ЖАМОЙДИК С.М.** (*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*), **ПРОРОВСКИЙ В.М.** (*«Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь*). Определение огнестойкости стальных колонн с конструктивной огнезащитой с учетом ускорения их прогрева вызванное разрушением ограждающих конструкций. 93
- РАДЮК С.А., СИДОРКЕВИЧ В.С., СУРИКОВ А.В.** (*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения* 98

- квалификации» МЧС Республики Беларусь). Проблемные вопросы и предложения по совершенствованию нормативной базы в части проектирования автоматических установок водяного пожаротушения.*
- РОМАНИЮК Н.Н.** (*Институт государственного управления в сфере гражданской защиты, Украина*). Информационное обеспечение обучения населения действиям в чрезвычайных ситуациях. 101
- САЛОХИДДИНЗОДА К.С.** (*ГУГПС МВД Республики Таджикистан*). 105  
Организационно-правовые и нормативно-технические аспекты обеспечения пожарной безопасности.
- СИНЕНОК А.В., СКИБА В.Н., СУРИКОВ А.В.** (*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*). 110  
Определение противопожарных разрывов. анализ понятийного аппарата.
- СМИРНОВ А.Л., СОКОЛОВ С.А., СУРИКОВ А.В.** (*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*). 112  
К вопросу об учете заполнения проемов при определении звуковых параметров систем оповещения о пожаре.
- СУРИКОВ А.В., КОСТЮКЕВИЧ А.П., МЕЗЕНЦЕВ А.П.** 114  
(*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь*). Технология повышения устойчивости спринклерных установок пожаротушения к коррозии.
- ТИЩЕНКО В.А.** (*Институт государственного управления в сфере гражданской защиты, Украина*). 118  
Мероприятия по обеспечению взрывоустойчивости зданий против прогрессирующего разрушения.
- ТЕТЕРЮКОВ А.В., ЖАМОЙДИК С.М., ПАСТУХОВ С.М.** 122  
(*Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*). Анализ подходов по оценке минимально допустимых расстояний между зданиями при воздействии пожара.
- ЧЕРНЯКОВ П.О., КИКИНЁВ В.В.** (*Государственное учреждение образования «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*). 126  
Лабораторная установка для определения показателей взрыва пылевоздушных смесей в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89.
- ШАРШАНОВ А.Я.** (*Национальный университет гражданской защиты Украины*). 129  
Определение опасных факторов пожара в помещении на основе компьютерного моделирования.

## **УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СИСТЕМ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ**

*Абдрафиков Ф.Н., Костюкевич А.П.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Согласно статистическим исследованиям около 80% людей при пожарах гибнут не от ожогов, а от отравления продуктами горения или от удушья. Поэтому оборудование жилых, административных, производственных и других зданий эффективными системами противодымной вентиляции при пожаре имеет ключевое значение для безопасности живущих или работающих в них людей.

В соответствии с [2] аэродинамические испытания систем вентиляции и дымоудаления должны проводиться специализированными организациями, имеющими лицензию Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь на право выполнения работ по монтажу, наладке и техническому обслуживанию указанных систем.

Согласно требованиям [3], специалисты этих организаций обязаны проходить обучение по повышению квалификации в специализированных учебных заведениях не реже одного раза в 5 лет

При приемке в эксплуатацию вновь строящихся, реконструируемых и ремонтируемых зданий, а также при завершении капитального и восстановительного ремонта необходимо выполнять приемо-сдаточные испытания систем противодымной вентиляции в соответствии с требованиями [6], по результатам которых составляется акт представителями организаций, проводившими испытания системы противодымной вентиляции, на основании которого принимается решение о вводе в эксплуатацию (продолжение эксплуатации) системы противодымной защиты или выводе ее для внепланового ремонта.

Во время проверки объектов в соответствии с [1] работниками инспекций надзора и профилактики должна контролироваться работоспособность систем противодымной вентиляции зданий, и, соответственно, они должны обладать компетентностью, позволяющей осуществлять данный вид деятельности, т.е. знать порядок и методику проведения аэродинамических испытаний систем противодымной вентиляции.

С целью формирования профессиональных навыков у обучающихся в ИППК МЧС Республики Беларусь разработана и внедрена установка для проведения исследования параметров систем противодымной вентиляции в лабораторных условиях.

Установка, позволяющая проводить аэродинамические испытания в соответствии с требованиями [4-6], состоит из вентилятора канального ВКК-200 с регулятором оборотов РЕЕ 1,0 и двух воздухопроводов диаметром 200 мм, подсоединенных к всасывающей и напорной частям вентилятора. В

воздуховодах имеются мерные сечения для измерения давления и скорости движения воздуха в воздуховодах.

Воздуховод напорной части подсоединен к потолочному перекрытию тамбур-шлюза с перегородками из ПВХ, всасывающая часть – клапану дымоудаления.

Регулятор оборотов позволяет изменять скорость движения воздуха, объем удаляемой дымовоздушной смеси и напор воздуха в тамбур-шлюзе.

Вентиляционная установка позволяет экспериментально определять:

- избыточное давление, создаваемое внутри тамбур-шлюза;
- фактическую производительность вентиляционной установки дымоудаления;
- фактическую производительность вентиляционной установки подпора воздуха;
- скорость движения воздуха через клапан дымоудаления и фактический объем удаляемого воздуха;
- массовый расход дымовоздушной смеси [6].

Все измерения производятся с помощью многофункционального прибора testo 435.

## ЛИТЕРАТУРА

1. О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь: Указ Президента Республики Беларусь, 16.10.2009 г., № 510.

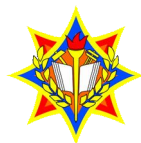
2. О лицензировании отдельных видов деятельности: Указ Президента Респ. Беларусь, 1 сент. 2010 г., № 450.

3. Об отдельных вопросах дополнительного образования взрослых: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15.07.2011 г., № 954.

4. Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний: ГОСТ 12.3.018-79.

5. ТКП 45-4.02-273-2012 (02250). Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции. Строительные нормы проектирования.

6. Система противопожарного нормирования и стандартизации. Противодымная защита зданий и сооружений. Методы прямо-сдаточных и периодических испытаний: НПБ 23-2010.





## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ ЗОНЕ

*Азаров С.И., д-р техн. наук*

*Институт ядерных исследований НАН Украины, г. Киев*

*Сидоренко В.Л., Демкив А.Н.*

*Институт государственного управления в сфере гражданской защиты,  
г. Киев*

Количество и масштабы лесных пожаров определяются фактической пожарной нагрузкой лесных массивов и факторами пожарной опасности (ФПО). Их анализ необходимо проводить отдельно по каждому участку с разработкой структурной схемы причинно-следственной связи пожароопасных событий, необходимых и достаточных для возникновения лесного пожара. Общий вид структурной схемы возникновения лесного пожара в черновыльській зоні показан на рис. 1.

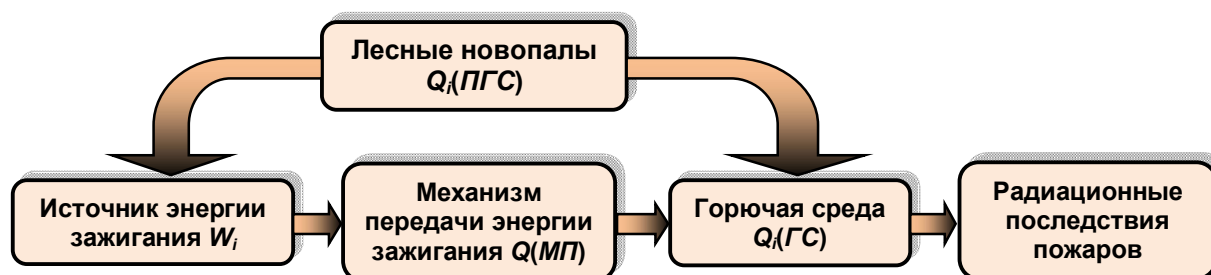


Рис. 1 – Структурная схема возникновения лесного пожара

Вероятность возникновения лесного пожара вычисляется по формуле:

$$Q_i(ЗП) = 1 - \prod_{i=1}^S [1 - Q(\PhiПО)], \quad (1)$$

$Q_i(ЗП)$  – вероятность возникновения лесного пожара в течение года.

Вероятность возникновения лесного пожара равна вероятности объединения (суммы) всех возможных пересечений (произведений) случайных событий: образование горючих сред, причин лесных пожаров, источников энергии и механизма передачи энергии.

$$Q_i(\PhiПО) = Q_i \left[ \prod_{k=1}^K \prod_{n=1}^N \prod_{m=1}^M \prod_{l=1}^L (GC_k \Omega П_n \Omega И_m \Omega МП_l) \right], \quad (2)$$

$K$  – количество видов горючих веществ;

$N$  – количество причин лесного пожара;

$M$  – количество источников энергии зажигания;

$L$  – событие появления  $l$ -го механизма передачи энергии зажигания;

$GC_k$  – событие образования  $k$ -ой горючей среды;

$\Pi_n$  – событие проявления  $n$ -ой величины лесного пожара;

$I_m$  – событие возникновения  $m$ -го источника энергии зажигания;

$МП_l$  – событие проявления  $l$ -го механизма передачи энергии зажигания;  
 $\Pi$  – специальный символ объединения (суммы) событий;  
 $\Omega$  – специальный символ суммы пересечения (произведения) событий;  
 $\Pi_l$  – специальный символ пересечения (произведения) событий.

В случае, когда рассмотренные события независимы, то вероятность  $Q(\PhiПО)$  будет вычисляться по аппроксимирующей формуле:

$$Q_i(\PhiПО) = 1 - \prod_{k=1}^K \prod_{n=1}^N \prod_{m=1}^M \prod_{l=1}^L [1 - Q_i(GC_k) \cdot Q_i(\Pi_n) \cdot Q_i(I_m) \cdot Q_i(MП_l)], \quad (3)$$

$Q_i(GC_k)$  – вероятность появления в  $i$ -ом лесу  $k$ -ой горючей среды в течение года;

$Q_i(\Pi_n)$  – вероятность появления в  $i$ -ом лесу  $n$ -ой причины пожара;

$Q_i(I_m)$  – вероятность появления в  $i$ -ом лесу  $m$ -го источника энергии зажигания;

$Q_i(MП_l)$  – вероятность появления в  $i$ -ом лесу  $l$ -го механизма передачи энергии зажигания.

Образование горючей среды в рассматриваемом лесу обусловлено совместным появлением в нем необходимого количества горючего вещества и (или) материала с достаточно запасенной энергией (потенциальная энергия поддержания процесса зажигания и горения) и окислителя с учетом параметров состояния окружающей среды (температура, давление, влажность и др.). Вероятность образования  $k$ -ой горючей среды вычисляется по формуле:

$$Q_i(GC_k) = Q_i(B_k) \cdot Q_i(ЗE_k) \cdot Q_i(Q_k), \quad (4)$$

$Q_i(B_k)$  – вероятность появления достаточного для образования горючей среды количества  $k$ -го вещества в  $i$ -ом лесу в течение года;

$Q_i(ЗE_k)$  – вероятность образования  $k$ -ой горючей среды с достаточной накопленной энергией для процесса сжигания и горения в  $i$ -ом лесу;

$Q_i(Q_k)$  – вероятность появления достаточного количества окислителя для процесса сжигания и горения в  $i$ -ом лесу ( $Q(Q_k)=1$ ).

Если события в  $Q(a_p)$  и  $Q(\Pi GC_k)$  независимы, то:

$$Q_i(B_k) = 1 - \prod_{k=1}^K \prod_{p=1}^P \left[ 1 - Q_i(a_p) \cdot Q_i\left(\frac{a_p}{\Pi GC_p}\right) \right], \quad (5)$$

Если эти события взаимосвязаны, то вероятность  $Q_i(B_k)$  вычисляется по следующему соотношению:

$$Q_i(B_k) = 1 - \prod_{k=1}^K \prod_{p=1}^P \left[ 1 - Q_i(a_p) \cdot Q_i(\Pi GC_p) \right], \quad (6)$$

$Q_i(a_p)$  – вероятность реализации любой из  $a_p$  причин, приведенных ниже;

$Q_i(a_1)$  – вероятность образования в  $i$ -ом лесу горючего материала вследствие внешних причин природного характера;

$Q_i(a_2)$  – вероятность образования горючего материала в  $i$ -ом лесу вследствие внутренних причин природного характера;

$Q_i(a_3)$  – вероятность перемещения горючего материала в  $i$ -ом лесу;

$Q_i(a_4)$  – вероятность появления горючего вещества в  $i$ -ом лесу в результате искусственных причин;

$Q_i(a_p/ПГС_p)$  – условная вероятность появления в  $i$ -ом лесу горючего вещества  $k$ -го вида.

Вероятность образования горючей среды с достаточной накопленной энергией для процесса зажигания и поддержания горения вычисляют по формуле:

$$Q_i(3E_k) = Q_i(W \geq W_{\min}) = \int_{W_{\min}}^{\infty} f(W)_i dW, \quad (7)$$

$W$  – накопленная энергия горючего вещества;

$f(W)$  – плотность распределения накопленной энергии горючего вещества.

Вероятность появления в  $i$ -ом лесу  $n$ -ой причины пожара вычисляется по формуле:

$$Q_i(ПИ) = 1 - \prod_{n=1}^N \prod_{n=1}^N [1 - Q_i(b_n)], \quad (8)$$

$Q_i(b_n)$  – вероятность реализации любой из  $b_n$  причин приведенных ниже;

$Q_i(b_1)$  – вероятность реализации внешних событий природного характера;

$Q_i(b_2)$  – вероятность реализации внешних событий искусственного характера;

$Q_i(b_3)$  – вероятность реализации внешних событий технического характера;

$Q_i(b_4)$  – вероятность реализации внешних событий организационного плана.

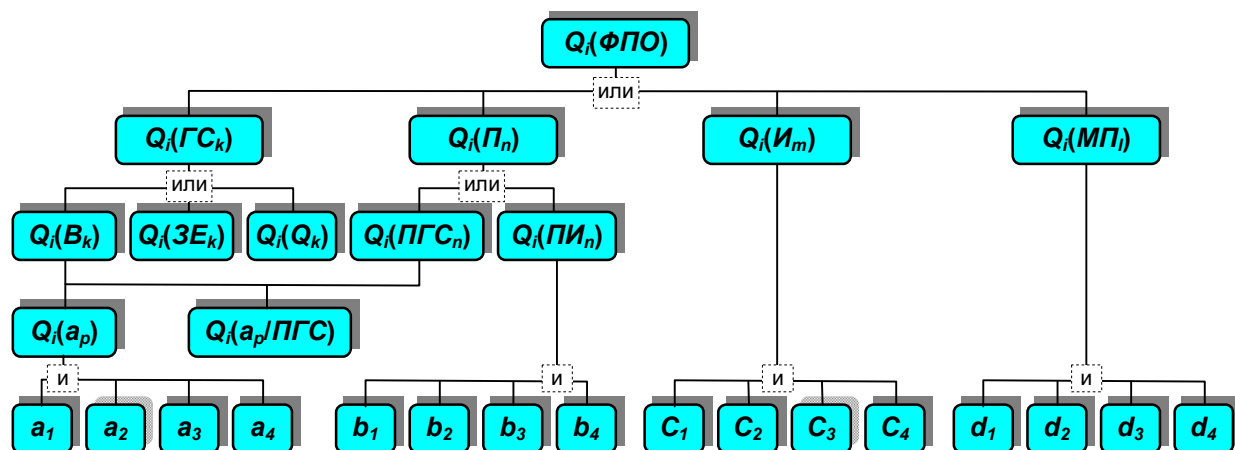


Рис. 2 – Схема причинно-следственных связей пожароопасных событий, необходимых и достаточных для возникновения лесного пожара в Зоне отчуждения

Появление  $m$ -го источника зажигания в анализируемой зоне, обусловленного появлением в них  $n$ -ой причины и  $n$ -го энергетического источника по параметрам, достаточными для воспламенения  $k$ -ой горючей среды.

$$Q_i(I_m) = 1 - \prod_{m=1}^M [1 - Q_i(C_m)], \quad (9)$$

$Q_i(C_m)$  – вероятность реализации любой из  $C_m$  причин, наведенных ниже;

$Q_i(C_1)$  – вероятность реализации тепловых источников зажигания;

$Q_i(C_2)$  – вероятность реализации механических источников зажигания;

$Q_i(C_3)$  – вероятность реализации электрических источников зажигания;

$Q_i(C_4)$  – вероятность реализации химических источников зажигания.

Вероятность появления в  $i$ -м лесу  $l$ -го механизма передачи энергии зажигания вычисляют по формуле:

$$Q_i(MP_l) = 1 - \prod_{l=1}^L [1 - Q_i(d_l)], \quad (10)$$

$Q_i(d_l)$  – вероятность реализации любой из  $d_l$  механизмов передачи энергии зажигания, приведенных ниже;

$Q_i(d_1)$  – вероятность реализации механизма передачи энергии излучением;

$Q_i(d_2)$  – вероятность реализации механизма передачи энергии теплопроводностью;

$Q_i(d_3)$  – вероятность реализации механизма передачи энергии теплопередачей;

$Q_i(d_4)$  – вероятность реализации механизма передачи энергии ударной волной.

На рис. 2 представлена схема причинно-следственных связей пожароопасных событий, необходимых и достаточных для возникновения лесного пожара в Зоне отчуждения.

В табл. 1 приведены данные для расчета вероятности событий возникновения лесного пожара.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета вероятности возникновения лесного пожара

Исходящие события	Оптимистическая оценка	Консервативная оценка
$Q(Q_k)$	0,7–0,9	0,95–1,0
$Q(I_n)$	$3 \cdot 10^{-5}$ – $10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$
$Q(I_m)$	0,1–0,05	0,25
$Q(MP_l)$	$5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$
$Q(a_p/ПГС_p)$	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$

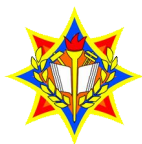
Рассчитанные значения вероятности наступления исходного события лесного пожара приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Классификация событий, связанных с лесными пожарами

Категория лесного пожара	Класс природной опасности пожара				
	I	II	III	IV	V
1	$7 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$4 \cdot 10^{-1}$	$9 \cdot 10^{-1}$
2	$5 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-2}$
3	$2 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$

Как видно из приведенных в табл. 2 данных, наиболее вероятным событием будет локальный лесной пожар с наибольшими радиоактивными выбросами.

Таким образом, приведенные данные позволяют проводить экспертную оценку предпосылок возникновения лесных пожаров и мест их распространения и могут быть использованы как алгоритмы в системах контроля за лесопожарной ситуацией как в Зоне отчуждения, так и на других пожароопасных лесных территориях.



## **УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ В ГЕРМЕТИЧНЫХ АППАРАТАХ С ГОРЮЧЕЙ ЖИДКОСТЬЮ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ**

*Апет А.П., Баран В.Н., Абдрафиков Ф.Н.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Для подготовки специалистов по направлению «Предупреждение чрезвычайных ситуаций» в ИППК МЧС Республики Беларусь разработана и запатентована лабораторная установка для определения изменения давления в герметичных аппаратах с горючей жидкостью при повышении температуры. Установка относится к техническим средствам обучения с расширенными демонстрационными возможностями. Она может быть использована как в учебных целях, при изучении основ пожарной безопасности, так и в научно-исследовательских лабораториях различного профиля.

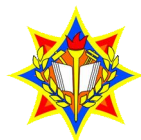
Установка обеспечивает:

- непосредственный замер температуры внутри емкостей с горючей жидкостью (как полностью, так и частично заполненных);
- безопасность ее эксплуатации, так как она имеет устройство безопасности, обеспечивающая прекращение роста давления в сосудах при достижении критического давления;
- изучение процесса изменения давления в зависимости от изменения температуры горючих жидкостей, находящихся в аппаратах, а также степени их наполнения;
- непрерывный автоматический и визуальный контроль за давлением в полностью и частично заполненных горючей жидкостью аппаратах при изменении температуры;
- наглядность исследуемого процесса изменения давления в полностью и частично заполненных горючей жидкостью аппаратах при изменении температуры на экране монитора персонального компьютера;
- сохранение на жестком диске персонального компьютера полученных результатов эксперимента для дальнейшего анализа и обработки;
- возможность каждого обучаемого, в режиме реального времени, наблюдать за протеканием процесса изменения давления в полностью и частично заполненных горючей жидкостью аппаратах при изменении температуры на экране монитора персонального компьютера, не находясь непосредственно у установки;
- интенсификацию учебного процесса, за счет уменьшения общего времени на проведение лабораторной работы каждым обучаемым.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Установка для изучения зависимости давления в герметичных емкостях с жидкостью от температуры. Пат. № 8263 Респ. Беларусь, МПК G 09В 25/00/ А.В. Маковчик, Ф.Н. Абдрафиков, В.П. Артемьев, О.Г. Горовых; заявитель ГУО ИППК МЧС Респ. Беларусь. - № и 20110603, зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей 01.03.2012.

2. В.П. Сучков. Методы оценки пожарной опасности технологических процессов. М.: Академия ГПС России – 2001. (с. 29-33).



## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛМАЗОАБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

*Бабиц В.Е., канд. техн. наук, доцент, Кузей А.М., д-р техн. наук,  
Лебедев В.Я., канд. техн. наук, Мезенцев А.П.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Наиболее распространенным аварийно-спасательным инструментом находящимся на вооружении органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь являются абразивно-отрезные устройства различных производителей. Область применения данного оборудования достаточно широкая, начиная от разрезания строительных материалов и заканчивая использованием при ликвидации дорожно-транспортных аварий. Однако повышенное искрообразование приводит к снижению диапазона применения абразивного инструмента. В связи с вышесказанным создание инструмента с минимизацией образования искр является актуальной технической задачей.

Основными требованиями, предъявляемыми к алмазоабразивному инструменту, являются стабильная высокая производительность обработки и низкий удельный расход алмаза. Как правило, в процессе обработки производительность резания снижается. Причиной, дестабилизирующей процесс алмазоабразивной обработки является преимущественное изнашивание и выкрашивание алмазных зерен и взаимодействие связки с продуктами износа обрабатываемого материала [1, 2]. В наибольшей степени взаимодействие алмазоабразивного материала с обрабатываемым материалом отмечается при обработке сталей, жаропрочных сплавов [3]. Алмазоабразивная обработка таких материалов осуществляется абразивным инструментом на керамических связках с кубическим нитридом бора. Основной причиной неэффективного использования алмазоабразивного инструмента при обработке сталей и сплавов на основе никеля и кобальта является их взаимодействие с алмазными зернами, приводящее к графитизации алмаза и быстрому образованию площадок износа на вершинах зерен. В наибольшей степени взаимодействие обрабатываемого материала с алмазоабразивным отмечается в алмазоабразивных материалах с металлическими связками [4]. Подавление контактного взаимодействия алмазоабразивного композиционного материала с обрабатываемым позволяет не только использовать алмазоабразивный инструмент для обработки вязких материалов, но и повысить производительность процесса обработки. Контактное взаимодействие алмазоабразивного материала с обрабатываемым может быть в значительной мере снижено в результате адаптирования состава композиционного материала к условиям обработки.

В наибольшей степени на процесс контактного взаимодействия оказывают поверхностно-активные вещества (ПАВ). В качестве ПАВ



использовали полидиметилсилоксан. Носителем ПАВ являлся композиционный материал карбид бора – фенолформальдегидная смола в виде гранул размерами 80 – 63 мкм. Концентрация фенолформальдегидной смолы в гранулах составляла 30 об.%. В качестве алмазобразивного инструмента использовался инструмент формы 1A1 (175x10x3x32). Концентрация алмазного порошка в алмазонасном слое составляла 25 об.%, связующего – фенолформальдегидной смолы – 40 об.%, наполнителя – карбида кремния – 20 об.%, композиционных гранул – 15 об.%.

Микроструктура композиционного материала представляет собой матрицу из связующего и частиц карбида кремния, в которой расположены алмазные зерна и композиционные гранулы (рисунок 1). Предел прочности композиционных материалов с 0,5 и 1,1 мас.% ПАВ составляет 550 и 540 МПа, твердость 86 и 88 HRB соответственно.

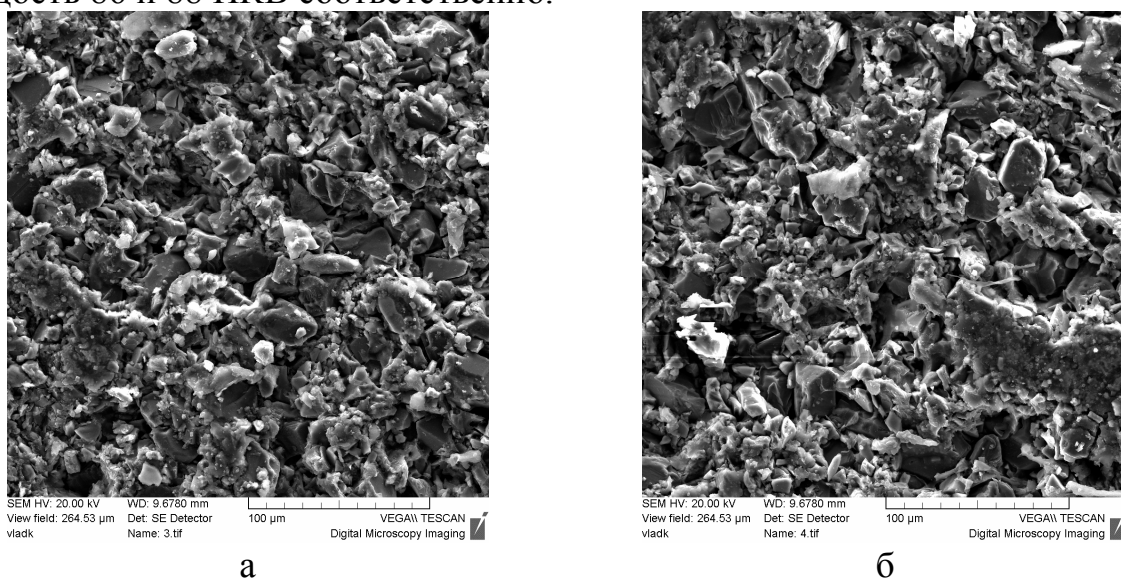


Рис. 1 – Микроструктура композиционных материалов. Концентрация ПАВ: а – 0,5; б – 1,1 мас.%

Характер разрушения композиционных материалов показывает, что введение ПАВ в матрицу не приводит к изменению характера разрушения. Разрушение композиционных материалов происходит по границам гранула – связующее, алмазное зерно – связующее (рисунок 1).

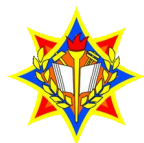
Обработка стали 45 алмазобразивным инструментом в режиме глубинного шлифования (резания), показала, что в интервале производительностей резания 200 и 300 мм<sup>3</sup>/мин удельный расход алмаза составил 78,6 и 73,1 мг/г. Налипания продуктов износа на алмазные зерна и их переноса на поверхность связки не отмечено. Алмазные зерна после 10 минут шлифования выступают над связкой.

Увеличение производительности обработки до 600 мм<sup>2</sup>/мин приводит к повышению удельного расхода алмаза до 62,3 и 47,6 мг/г при концентрации ПАВ 1,1 и 0,5 мас.% соответственно и отражается на процессе искрообразования.

Стабильный режим резания обеспечивается и ПАВ, подавляющим перенос железа на поверхность алмазных зерен и связки, что позволяет поддерживать износ связки в режиме, подобном режиму «самозатачивания» [5]. Введение ПАВ в состав алмазосодержащих композиционных материалов позволяет расширить их технологические возможности, в том числе использовать их при обработке не только стали и сплавов на основе никеля, алюминия, но и материалов со слоистой структурой (типа «сэндвич»).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Галицкий В.Н., Курищук А.В., Муровский В.А. Алмазообразивный инструмент на металлических связках для обработки твердого сплава и стали. – Киев: Наукова думка, 1986. – 144 с.
2. Мишнаевский Л.А. Износ алмазных кругов. – Киев: Наукова думка, 1982. – 192 с.
3. Захаренко И.П. Алмазные инструменты и процессы обработки. – Киев: Наукова думка, 1980. – 213 с.
4. Гавриш А.П., Солдатенко Л.А. Высокие технологии при шлифовании магнитомягких сплавов / Резание и инструмент. – ХГТУ. – 1997. – № 57. – С. 24–28.
5. Лавриненко В.И. Электрошлифование инструментальных материалов. – Киев: Наукова думка, 1993. – 155 с.



## **АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЕЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

*Булыга Д.М.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос.Светлая Роца*

Объекты нефтегазового комплекса имеют большое значение в экономике Беларуси и во многом определяют социально-экономическое состояние страны. Любая серьезная авария на таких объектах не только приводит к многомиллионным убыткам, наносит существенный вред экологии, но и чревата человеческими жертвами. Поэтому обеспечение пожарной и промышленной безопасности на данных объектах является важной и актуальной задачей.

Одним из направлений противопожарной защиты промышленных объектов является применение устройств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага. На технологических системах в качестве таких защитных устройств используются сухие промышленные огнепреградители, которые пропускают потоки паро- или газозвдушных горючих смесей через твердую пламегасящую насадку, но в то же время должны препятствовать распространению пламени внутрь аппаратов по технологическим коммуникациям. Предотвращение распространения пламени обеспечивается использованием пламегасящего элемента с диаметром каналов меньше критического. Данные защитные устройства применяются в современной нефтегазовой, нефтехимической, химической и других отраслях промышленности. При этом на объектах нефтегазового комплекса наиболее широкое распространение получили кассетные огнепреградители.

Анализ данных об эксплуатируемых в нефтегазовом комплексе кассетных огнепреградителях показал, что наиболее неблагоприятные условия для локализации пламени создаются при стабилизации зоны горения в непосредственной близости от пламегасящего элемента [1]. Абсолютное большинство огнепреградителей локализует горение в этих условиях непродолжительное время (от 4-х до 30 минут), а потом пламя проникает в защищаемый объем. Как показывает практика, этого времени недостаточно для принятия действенных мер по локализации пожара на объектах нефтегазового комплекса. На промышленных объектах известны многочисленные случаи, когда во время пожара кассетные огнепреградители из-за низкой огнестойкости не выполняли своего назначения (пропускали пламя) и последствия пожаров значительно усугублялись [2].

Так, в нефтегазодобывающем управлении «Богатовскнефть» Куйбышевской области (1985 г.), в нефтегазодобывающем управлении «Сергевскнефть» ОАО «Самаранефтегаз» (2000 г.), в парке Самоглорского месторождения (07.06.1973 г., 25.07.1973 г., 14.08.1973 г.) из-за загазованности территории резервуарных парков произошли пожары. Горение

стабилизировалось на некоторое время на дыхательной арматуре резервуаров и проникло внутрь, вызвав вскипания и выбросы нефти из горящих резервуаров. В резервуарном парке Рязанского нефтеперерабатывающего завода (1971 г.), на Ангарском нефтеперерабатывающем заводе (1971 г.) произошли групповые пожары, причинами распространения которых послужила неудовлетворительная защита газоуравнительных обвязок от распространения пламени [2].

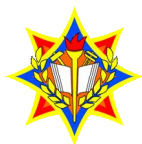
В качестве одного из недавних примеров можно отметить пожар, который произошел 22 августа 2009 года в резервуарном парке линейной производственно-диспетчерской станции «КОНДА» на территории Кондинского района Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области. Пожар получил быстрое развитие из-за проскока пламени через огнепреградитель, установленный на газоуравнительной обвязке резервуаров. Пожаром причинен значительный экологический, экономический и социальный ущерб.

Все указанные факты свидетельствуют о недостаточной надежности применяемых в настоящее время сухих огнепреградителей и необходимости их усовершенствования с целью снижения риска возникновения крупных пожаров на объектах нефтегазового комплекса, уменьшения материальных потерь и предотвращения экологического ущерба окружающей среде.

Указанные проблемы обозначают актуальность вопроса разработки усовершенствованных конструкций огнепреградителей, обладающих повышенной эффективностью гашения пламени, возможностью длительной локализации пожаров на технологических системах объектов нефтегазового комплекса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стрижевский И.И., Заказнов В.Ф. Промышленные огнепреградители. - М.: Химия, 1974. -264 с.
2. Алехин Е.М., Брупшинский Н.Н. Пожары в России и в мире. Статистика, анализ, прогнозы. М.: Академия ГПС МЧС России, 2002, - 160 с.



## **ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЬ С ПЛАМЕГАСЯЩИМ ЭЛЕМЕНТОМ ИЗ ПРОНИЦАЕМОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА**

*Булыга Д.М.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос.Светлая Роца*

На технологических системах промышленных объектов в качестве устройств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага используются сухие промышленные огнепреградители, которые пропускают потоки паро- или газоздушных горючих смесей через пламегасящую насадку, но в то же время должны препятствовать распространению пламени внутрь аппаратов по технологическим коммуникациям. На объектах нефтегазовой и других отраслях промышленности известны многочисленные случаи, когда во время пожара огнепреградители из-за низкой огнестойкости не выполняли своего назначения и последствия пожаров значительно усугублялись [1]. Анализ проводившихся ранее исследований в России и за рубежом, связанных с разработкой сухих огнепреградителей повышенной огнестойкости показал, что в настоящее время отсутствуют эффективные способы и конструкции огнепреградителей, позволяющие обеспечить длительную локализацию пожаров на технологических системах объектов нефтегазового комплекса.

Задачей изобретения является повышение надежности работы устройства и расширение его технических возможностей.

За основу разработки нами принят промышленный огнепреградитель с сетчатой пористой средой. Анализируя литературные источники [2,3,4], нами предложена конструкция огнепреградителя с огнепреграждающим элементом, выполненным из проницаемого материала с бипористой структурой пор, содержащего группы открытых крупных и мелких пор, расположенным в корпусе с входным и выходным отверстиями между входной и выходной перегородками с несовпадающими отверстиями, проницаемый материал выполнен из пакета сеток полотняного или саржевого плетения, уложенных стопкой одна на другую, с размерами ячеек, превышающими более чем в 2 раза диаметр проволоки сетки, при этом группа открытых пор бипористой структуры расположена в осевом направлении огнепреградителя и их размер равен размеру ячейки сетки, а группа мелких пор расположена перпендикулярно осевому направлению огнепреградителя и их размер равен размеру диаметра проволоки, входная и выходная перегородки выполнены из высокотеплопроводного и теплоемкого материала с цилиндрическими отверстиями, причем размеры отверстий входной перегородки больше размеров отверстий выходной перегородки.

В огнепреградителе форма отверстий выходной перегородки может быть выполнена в виде диффузоров.

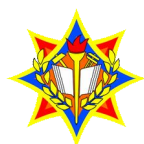
Такая конструкция огнепреградителя обеспечивает повышение надежности его работы и расширяет технические возможности.

Огнепреградитель работает следующим образом. Горючий газ подается к входному отверстию, проходит через отверстия входной перегородки, и, распределяясь в них на отдельные потоки, количество которых равно количеству отверстий входной перегородки, заполняет группу открытых крупных пор огнепреграждающего элемента. При этом поток горючего газа, не имея возможности прямолинейно подойти к отверстиям выходной перегородки, изменяет направление своего движения, проходя через группу открытых мелких пор, опять попадает в группу крупных пор, из которых многочисленными струями, количество которых определяется количеством отверстий в выходной перегородке, с большой скоростью попадает в выходное отверстие. Использование пакета сеток позволяет значительно снизить сопротивление потоку газовой смеси и значительно уменьшить габариты огнепреградителя.

Такая конструкция огнепреградителя обеспечивает повышение надежности его работы и расширяет технические возможности устройства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алехин Е.М., Брупшинский Н.Н. Пожары в России и в мире. Статистика, анализ, прогнозы. М.: Академия ГПС МЧС России, 2002, - 160 с.
2. Скугарь А. А., Александров В. М., Липкин Н. А.: Огнепреградитель, патент ВУ 4433 МПК А 62С 4/00, 2002.
3. Кочетов О. С. : Металлокерамический огнепреградитель, патент RU 2483769 С2 МПК А62С 3/04, 2013 Бюл. № 16.
4. Панчева С. Ю., Огнепреградитель, Патент RU 2314846 С1 МПК А62С 4/00, 2008 Бюл. №2.



## ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

*Вовк С.Я., канд. техн. наук, доцент,  
Башинский О.И. канд. техн. наук, доцент, Лазавенко С.Ю.  
Львовский государственный университет безопасности  
жизнедеятельности, г. Львов*

Техногенные аварии, сопровождающиеся возникновением пожаров, особенно с высокими температурами горения, требуют создания новых материалов для изготовления защитной одежды пожарных. Поэтому, существует необходимость создания текстильных материалах с улучшенными защитными свойствами (термо- и огнезащитными, водо-, масло- и грязеотталкивающими, биоцидными), и, в то же время, не очень дорогих. Применение нанотехнологий, может стать тем средством, которое позволит изготавливать ткани, и одежду, соответствующие всем указанным требованиям [1,2].

Важным является вопрос применения нанотехнологий для увеличения износостойкости и огнестойкости целлюлозосодержащих материалов, установления общих закономерностей синтеза защитных покрытий, необходимых для изготовления огнезащитных одежды пожарных и определения экономического эффекта от их применения [3].

Установлено, что первичная композиционная структура защитного покрытия формируется иницированием механохимическими процессами прививания полиметилфенилсилоксана к оксидному волокнистому наполнителю, в результате чего повышаются их физико-механические характеристики, а также био- и огнестойкость. Исходный состав защитного покрытия для получения био- и огнестойкого материала: КО-08-40%,  $Al_2O_3$ -47%, ZnO-10%, базальтовое волокно – 3%.

Совмещение оксидных наполнителей с полиорганосилоксанами наиболее полно происходит при механохимическом диспергировании в шаровых мельницах и характеризуется процессами физической адсорбции, разрушением кристаллической решетки оксидов и химическим привитием полимера. Срок диспергирования зависит как от типа связки, так и от свойств наполнителя. Степень дисперсности зависит от количественного соотношения и формы частиц.

Повышение концентрации полимера приводит к стабилизации исходной композиции защитного покрытия.

Дисперсные системы способны к коагуляции после их получения или в процессе хранения, что зависит от их степени дисперсности и однородности материала. Если при агрегации образуются достаточно крупные частицы система теряет седиментационную устойчивость за счет разделения фаз дисперсной системы. Этот барьер могут преодолеть частицы только с достаточно большой кинетической энергией.

Агрегация макромолекул, особенно при затвердении покрытия, обусловлена усилением взаимодействия между компонентами и приводит к возникновению пространственного каркаса, а также характеризуется двухфазным составом. Такие системы являются достаточно устойчивыми благодаря высокой вязкости каркаса, но они могут разрушаться в результате высоких внутренних напряжений.

Основная особенность таких материалов заключается в решающей роли поверхности, а не объема. Уменьшение размеров частиц приводит к изменению поверхностной и химической активности, теплоемкости и теплопроводности. Наноматериалы на основе различных видов алюмосиликатов представляют значительный интерес с точки зрения их потенциального использования вследствие возможности их эффективной модификации активными наполнителями. Использование нанопорошковых материалов является положительным моментом в огнетушащих смесях и обуславливает выбор в качестве наполнителя алюмосиликатов. Необходимость регулирования и контроля дисперсности для предотвращения агрегации частиц создает значительные проблемы при получении исходных композиций защитного покрова. Решение этой задачи возможно при использовании функциональных силицийорганических модификаторов. [4,5,6].

Наличие температурного диапазона мезофазы силицийорганических соединений позволяет контролировать процесс диспергирования наполнителя ( $Al_2O_3$ , ZnO, базальтовое волокно) в органической среде. В то же время силицийорганические соединения взаимодействуют с поверхностью целлюлозосодержащих материалов и обеспечивают им гидрофобные свойства.

Установлены технологические свойства исходной композиции, которые определяются видом и составом как связи, так и наполнителя. Рабочая вязкость составляет 23-26 с, по ВЗ-4. Сухой остаток зависит только от состава связи и находится в пределах 60 ... 75 мас.%. Минимальная покровная способность около 450 г/м<sup>2</sup>. Покров наносили на поверхность целлюлозосодержащих тканевых материалов методом окунания с выдержкой 5 мин. Толщина защитного слоя покрова составляла 200-300 мкм и зависела от структуры подложки. Обнаруженные закономерности процессов взаимодействия полиметилфенилсилоксана с оксидными и силикатными компонентами при механическом диспергировании и формирования оптимальной структуры позволили направлено вести разработку составов защитных композиций. Основным компонентом защитной композиции является алюминия оксид и цинка оксид, которые увеличивают атмосферо- и биостойкость. Волокнистые силикаты (базальтовое волокно) – улучшают технологические свойства, термостойкость и увеличивает срок хранения. Максимальные краевые углы смачивания (110-115 градусов) характерны для обработанной древесины и брезента. Увеличение содержания алюминия оксида в составе покрова повышает его гидрофобность.

Адгезия для всех покровов, независимо от вида целлюлозосодержащих материалов, составляет 1 балл. Состав покрова влияет и на микротвердость.



Для покрова на основе наполненного алюминия и цинка оксидами полиметилфенилсилоксана она составляет около  $260 \cdot 10^6 \text{ Н / м}^2$ , а при введении силикатов и других приложений, уменьшается в 1,3-2 раза. Необходимо отметить, что кроме прямой диффузии компонентов защитного покрова в структуру подложки (целлюлозосодержащих материалов), происходит химическое взаимодействие полиорганосилоксана с ее поверхностью, что проявляется в изменении их устойчивости при нагревании.

Коррозионные процессы, протекающие в поверхностном слое покрова подтверждаются данными изменения шероховатости в ходе испытаний на брезенте в условиях повышенной влажности (90-95%) и действия природных микроорганизмов. После испытаний в течение 2 месяцев в указанных условиях наблюдается шероховатость.

Разработан процесс регулирования эксплуатационных свойств путем добавления в их состав базальтового волокна. Предварительные лабораторные результаты показали высокую био водо- и огнестойкость обработанных целлюлозосодержащих текстильных материалов. Решить задачу разработки и использования нанодисперсных водо-, био- и огнестойких защитных покровов возможно комплексно вместе с совершенствованием методов обработки материала.

Полученные результаты показывают, что нанодисперсные материалы на основе наполненных алюминия и цинка оксидами силицийорганических соединений могут использоваться как защитные покрытия для целлюлозосодержащих материалов. Наличие в составе силицийорганического компонента при эксплуатации материала в естественных условиях значительно повышает его водостойкость и механическую прочность, а при воздействии высоких температур и огня – термо - и огнестойкость. Поэтому принципиально новый подход к разработке защитных покровов позволит повысить качество, безопасность, экономичность и экологичность целлюлозосодержащих текстильных материалов и позволит использовать их для создания огнезащитной одежды для пожарных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Нижник, В.А. Волошинец, И.А. Усков Физическая химия дисперсных систем и полимеров. Учебник. – Киев, 2009. – Фитосоциоцентр. – 248 с.

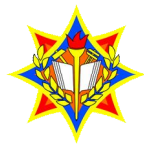
2. Бек М.В., Свидерский В.А., Гивлюд Н.Н. Мулитообразование при нагревании тонких пленок в тектического состава алюмосиликатных систем. Стекло и керамика. – М.: Стройиздат, 1987. – №9. – С.23-25.

3. Романовский Б. В., Макшина Е. В. Нанокompозиты как функциональные материалы // Соросовский образовательный журнал. – Т.8.– № 2. –С.50-55.

1. 4.Туторский И.А., Покидько Б.В. Структура слоистых силикатов, строение и получение нанокомпозитов. Эластомерные нано композиты со слоистыми силикатами // Каучук и резина. – №5,2004. – С.23-29.

4. Гивлюд Н.Н. Исследование влияния фазового состава на термо- и жаростойкость силицийэлементорганических защитных покрытий /Н.Н. Гивлюд, И.В. Емченко // Научные вести НТУУ «КПИ» .– 2007. – №4 (56). – С.115-120.

5. Сергеев Б. Нанохимия: Уч. пособие. – М.: КГУ, 2006. – 336 с.



## ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛИКАТНЫХ БЛОКОВ ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПРОЦЕССА ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОЖАРА

*Волосач А.В.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

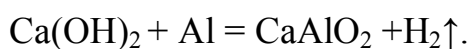
При расследовании пожаров перед следователем нередко встают вопросы, требующие пожарно-технических знаний. Для их разрешения чаще всего назначается пожарно-техническая экспертиза, которая должна ответить, в том числе, и на такие вопросы как: условие и время возникновения пожара; особенности развития горения во время пожара, последовательность распространения огня.

Реконструкция допожарной и пожарной обстановки сопряжена с существенными трудностями из-за изменений, внесенных в нее за счет горения, потери механической прочности конструкций, механического и химического воздействия струй воды и других огнетушащих веществ, вскрытия конструкций и перемещения предметов пожарными и другими лицами, проводящими работы по спасанию людей и ликвидации пожара [1]. Обнаружение очага пожара также является одной из главных задач, решаемых при осмотре места пожара. Решается она на основе информации, получаемой путем изучения термических поражений конструкций и предметов и выявления так называемых очаговых признаков [2].

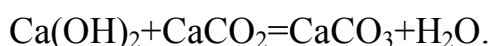
Рынок строительных материалов постоянно расширяется. Закономерности изменения свойств этих новых материалов при различной температуре, которые могут восстановить картину пожара, указать на область наибольших температур и тем самым выявить очаг пожара требуют всестороннего исследования и анализа. Силикатные блоки – это один из таких материалов, которые стали широко применяться в гражданском строительстве. В настоящее время годовой объем производства ячеисто-бетонных изделий находится в пределах 50-60 млн. м<sup>3</sup>. Блоки плотностью от 500 и 600-700 кг/м<sup>3</sup> применяются как основной стеновой материал в малоэтажном или монолитном строительстве Республики Беларусь. Свойства изделий из силикатного бетона аналогичны свойствам изделий из цементного бетона по таким показателям как: предел прочности при осевом сжатии; предел прочности при осевом растяжении; предел прочности на растяжение при изгибе; морозостойкость; водонепроницаемость; средняя плотность. В то же время в работах известных специалистов [1,3,4], занимающихся расследованием пожаров не отражены методики исследования такого материала как силикатные блоки и не предлагается проводить исследования силикатных блоков аналогично исследованиям конструкций из железобетона.

Силикатные блоки это изделия автоклавного твердения, представляющие собой искусственные строительные конгломераты на основе известково-кремнеземистого (силикатного) камня, синтезируемого в процессе автоклавной

обработки под действием пара при повышенной температуре (174,5 - 187,1°C) и высоком давлении (от 8 до 12 атм.) [5], в результате которой образуются гидросиликаты кальция. Одним из основных компонентов сырьевой смеси, из которой формируются изделия, служит гидроксид кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (гашеная известь), которая обладает большой химической активностью к кремнезему при термовлажностной обработке. Вторым основным компонентом сырьевой смеси является кварцевый песок или другие минеральные вещества, содержащие кремнезем  $\text{SiO}_2$ , например, шлаки, золы ТЭЦ. В качестве дополнительных компонентов вводят также заполнители: немолотый кварцевый песок, шлак, керамзит, вспученный перлит и т. п. Сферические поры диаметром 1-3 миллиметра в газосиликатном бетоне образуются в результате реакции между известью и алюминием, в результате которой образуется водород.



При нахождении газосиликатного блока на открытом воздухе постепенно протекает реакция между гидроксидом кальция диоксидом углерода воздуха по схеме:



Наличие в газосиликатном материале карбоната кальция дает надежды на то, что при воздействии высоких температур будет протекать разложение карбонатов, которое можно будет зафиксировать инструментально и соотнести с соответствующей температурой.

Для определения изменения физико-химических характеристик газосиликатных блоков при температурном воздействии (соответствующим условиям пожара) и выявления возможных закономерностей изменения этих свойств у газосиликатных блоков, производства Республики Беларусь, а также возможности использования методик, разработанных для проведения пожарно-технической экспертизы бетонных изделий, были проведены исследования. Силикатные блоки изготавливали одинаковых размеров 50x200x150 мм. В холодную муфельную печь, имеющую температуру окружающей среды, помещали газосиликатный блок, предварительно измерив, время прохождения ультразвука по всем четырем сторонам блока, и прогревали до заданной температуры. Поэтому время предварительного нагрева, до выхода на температуру испытания, для каждого образца была своя и изменялась в интервале от 12 мин. до 47 мин. При температуре испытания выдерживали газосиликатный блок точно 20 минут, извлекали блок из печи. Охлаждение газосиликатных блоков проводили, без дополнительного обдува. При достижении газосиликатным блоком температуры окружающей среды проводились повторные замеры времени прохождения ультразвука с помощью ультразвукового тестера «Ультратерм-1», предназначенного для исследования

железобетонных конструкций, и рекомендуемого к использованию при проведении пожарно-технической экспертизы.

Результаты проведенных измерений (средняя величина из 8 опытов) представлены в таблице.

Таблица 1 – Изменение времени прохождения ультразвука через образцы из газосиликатного блока после термической обработки

Температура нагрева, t, °С	Время прохождения ультразвуковой волны по поверхности образца		Абсолютное изменение времени прохождения ультразвука, т, с	Относительное изменение времени прохождения ультразвука, т, с, %
	до термической обработки, т, с	после термической обработки, т, с		
400	184,0	253,6	69,6	37,8
500	104,5	160,1	55,6	53,2
600	122,3	201,9	79,6	65,1
700	109,8	202,3	92,5	84,3
800	153,6	245,9	92,3	60,0
900	143,3	255,4	112,1	78,3
1000	148,0	295,8	147,8	99,8

Из представленных в таблице результатов видно, что:

А) время прохождения ультразвуковой волны на всех без исключения образцах после термического воздействия повысилось по сравнению с исходным временем;

Б) абсолютное повышение времени прохождения ультразвуковой волны планомерно повышается с увеличением температуры;

В) исходная величина времени прохождения ультразвука по поверхности газосиликатного блока, не подвергнутого термическому воздействию колеблется в широком интервале, от 104,5 с до 184 с, что достигает 43%;

Г) относительное изменение времени прохождения ультразвуковой волны по поверхности газосиликатного блока от температуры 400°С до температуры 700°С планомерно повышается;

Д) начиная с 800°С и до 1000°С происходит вновь планомерное повышение относительное изменение времени прохождения ультразвуковой волны;

Е) по имеющимся результатам изменения относительного времени прохождения ультразвуковой волны трудно отличить температура воздействия была 600°С или 800°С.

Экспериментально установлено, что при нагреве силикатного кирпича в течение 6 ч при температуре до 200 °С прочность кирпича увеличивается, затем начинает постепенно падать и при 600 °С достигает первоначальной. При 800 °С она резко снижается вследствие разложения цементирующих кирпич гидросиликатов кальция [5]. Возможно, поэтому происходит изменение

времени прохождения ультразвуковой волны по поверхности газосиликатного блока. Таким образом, можно исследовать данным методом образцы газосиликатного блока подвергшихся воздействию температуры не более 800С°. Что также рекомендуется и при исследовании железобетонных конструкций [6].

При проведении данных испытаний было замечено, что после температурного воздействия появляется розовый оттенок у всех образцов. Причем, чем выше температура воздействия на газосиликатный блок, тем интенсивнее окраска блока. Изменение окраски блока наблюдается по всей глубине образца. Это позволяет, сняв каким либо инструментом внешний закопченный слой с газосиликатного блока оценить визуально изменение температуры по данной плоскости стены.

Кроме того, с целью определения величины температуры воздействия на газосиликатные блоки было определено время выщелачивания связанных гидросиликатов кальция, и установления соответствия времени выщелачивания со временем температуры воздействия на газосиликатные блоки. Методика проведения эксперимента сводилась к следующему: с поверхности подвергшихся термической обработке газосиликатных блоков были отобраны образцы материала, измельчены в ступке и просеяны через сито с размером ячейки 0,5 мм. Подготовленные таким образом пробы массой 0,5 г помещались в конические колбы, туда же добавлялось 30 мл дистиллированной воды + 2 капли раствора метилового оранжевого + 7 мл 0,1 Н раствора соляной кислоты. Полученные растворы помещали на встряхиватель и наблюдали за изменением интенсивности окраски растворов, имеющих розовый оттенок. Скорость выщелачивания гидроксильных форм, которые взаимодействовали с соляной кислотой была наибольшей у образцов подвергшихся наименьшей температуре.

Таким образом, можно использовать данный прием для установления наибольшей и наименьшей температуры при наличии набора проб обобранных на пожаре материалов газосиликатных блоков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чешко, И.Л. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования) /И.Л. Чешко. – СПб. : СПБИБ МВД РФ, 1997. – 400с.
2. Осмотр места пожара: Методическое пособие / И.Д. Чешко, Н.В. Юн, В.Г. Плотников и др. - М.: ВНИИПО, 2004. - 503 с.
3. Таубкин, С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы / С.И. Таубкин. – М. : ВНИИПО, 1999. – 600с.
4. Мегорский, Б.В. Методика установления причин пожаров / Б.В. Мегорский. - М. : Стройиздат, 1966. – 348с.
5. Высокопрочные материалы // Общие сведения о силикатных материалах [электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://stroylib.narod.ru/zed/zstat-bz474z/index.html>. – Дата доступа: 7.09.2015.

6. Энциклопедия стройматериалов //Силикатные стеновые материалы (Обзорная статья) [электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://www.stroyka.ru/material/read.php?ID=794445>. – Дата доступа: 10.09.2015.



## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОВОЙ СУШКИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ОБЪЕКТАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

*Глушков А.Н., Долгий А.И., Абдрафиков Ф.Н.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Тепловая сушка – это термический процесс удаления влаги из влажных материалов путем ее испарения и отвода образующихся паров. Тепловая сушка может производиться естественным и искусственным путем. По способу подвода теплоты к высушиваемому материалу сушилки бывают конвективные, терморadiационные, кондуктивные или контактные, высокочастотные и комбинированные (терморadiационно-конвективные, паровысокочастотные).

Конвективные сушилки по конструкции могут быть камерными, тоннельными, шахтными, с псевдооживленным (кипящим) слоем, распылительными, пневматическими, аэрофонтанными и дымогазовыми. Эти сушилки являются сушилками калориферного типа. Нагрев теплоносителя (газа или воздуха) в этих сушилках осуществляется в калориферах – приборах для нагревания теплоносителя, состоящих из системы гладких или пластинчатых труб, по которым идет горячая или перегретая вода, пар, нагретый воздух, дымовые газы, органические теплоносители. Для нагрева теплоносителя в калориферах также могут использоваться и электронагреватели (ТЭНы).

В целях обеспечения пожарной безопасности процессов тепловой сушки необходимо:

1. Во время работы сушилки необходимо постоянно следить за исправным.

состоянием выпускных механизмов и не допускать их засорения. В сушилках с непрерывным выпуском зерна запрещается задерживать его выпуск без предварительного прекращения подачи в сушильную камеру агента сушки.

2. При круглосуточной работе сушилки не реже одного раза в 10 дней шахты должны освобождаться от зерна, очищаться, а воздухораспределительные устройства, выпускные механизмы и другое оборудование сушилки и топки – осматриваться. Обнаруженные при осмотре неисправности должны устраняться.

3. Работа зерносушилок без автоматики контроля процесса горения, температуры агента сушки, нагрева зерна и датчиков уровня запрещается. Запрещается оставлять работающую топку без присмотра.

После каждого погасания факела необходимо проветривать топку в течение 5 мин. Не допускается скопления в топке паров топлива или газа.

4. При эксплуатации емкостей с ЛВЖ и ГЖ для технологических нужд зерносушилок необходимо:

4.1. не допускать транзитной прокладки топливопроводов по конструкциям зданий (сооружений) объекта;



4.2. использовать только герметические емкости, при обнаружении течи емкость должна быть освобождена и отремонтирована;

4.3. использовать специальные насосы или топливозаправщики при заполнении емкостей топливом. При этом пользоваться открытой тарой запрещается;

4.4. не допускать розлив топлива;

4.5. предусматривать для топливопроводов не менее двух перекрывающих кранов (у емкости и сушилки).

5. Розжиг топок сушильных агрегатов, работающих на жидком и газообразном топливе, должен производиться только от системы электрозажигания. Применение для этих целей факелов запрещается.

6. Запрещается располагать циклоны аспирационных и пневмотранспортных систем у стены здания, обращенной к дымовым трубам зерносушилок и котельных.

7. Зерносушильные комплексы шахтного и колонкового типа производительностью более 12 т в час должны быть оборудованы исправными устройствами комплексной защиты, обеспечивающими автоматическое обнаружение очагов возгорания в зоне сушки, звуковую и световую сигнализацию о возникновении возгораний, искроуловителями, обеспечивающими улавливание искр из потока теплоносителя, а также подачу воды в зону сушки для ликвидации возгораний.

8. При устройстве и эксплуатации зерносушильных комплексов, оборудованных теплогенераторами, работающими на твердом топливе, должны соблюдаться следующие требования:

8.1. дверцы топок теплогенераторов на твердом топливе не должны иметь деформаций, препятствующих их плотному закрыванию;

8.2. дымовые трубы теплогенераторов должны быть оборудованы искрогасителями;

8.3. не допускается использовать твердое топливо, габаритные размеры которого превышают размеры топки теплогенератора;

8.4. очистка дымовых труб от сажи должна производиться перед запуском теплогенератора, после межсезонной консервации и не реже одного раза в месяц в период эксплуатации;

8.5. очистка прилегающей к теплогенератору территории от сгораемого мусора и искроуловителей теплогенераторов должна производиться не реже одного раза в смену. Электродвигатели, светильники, электропроводку необходимо очищать от горючей пыли не реже одного раза в неделю;

8.6. золу, шлак, уголь следует удалять в специально отведенные для этого места. Не допускается устройство таких мест сбора ближе 15 м от зданий (сооружений) и ближе 30 м от конструкций зерносушильного оборудования;

8.7. при работе зерносушилки оператор должен осуществлять постоянный контроль за работой теплогенератора;

8.8. не допускается применять ЛВЖ для розжига топлива в теплогенераторе;

8.9. топливо для теплогенератора должно соответствовать физико-химическим характеристикам, указанным в технической документации.

9. В случае обнаружения возгорания зерна необходимо остановить агрегат, произвести выгрузку зерна для его охлаждения и изъятия участков со следами возгорания.

10. не допускать хранения твердого топлива ближе 3 м от топочного отверстия.

11. Запрещается эксплуатация теплогенераторов на твердом топливе:

11.1. без теплообменника;

11.2. переоборудованных без разработки соответствующей документации;

11.3. имеющих повреждения стенок (сквозные отверстия) теплообменника.

12. При обнаружении признаков пожара необходимо прекратить подачу топлива в топку и отключить подачу электропитания вентиляторов, подающих агент сушки в сушильную камеру, сообщить о пожаре в пожарное аварийно-спасательное подразделение, принять меры для ликвидации очага возгорания.

13. Подвальные и полуподвальные помещения складов маслосемян, галереи и туннели, предназначенные для транспортирования маслосемян, следует оборудовать механической вентиляцией и освещением. Пряжки глубиной более 0,5 м, в которых размещено оборудование для транспортировки маслосемян, следует оборудовать механической вентиляцией, закрывать крышками или ограждать.

14. При эксплуатации сушильной установки необходимо постоянно контролировать соблюдение температурного режима процесса сушки и исправность приборов контроля и сигнализации. Система автоматического пожаротушения сушильных камер должна обеспечивать расчетную подачу пара при аварийной остановке двигателя распылительного механизма.

15. Контроль исправности и работоспособности ТСППЗ и сигнализации (предупредительной, технологической и аварийной) сушильных установок (камер, циклонов и т.д.) должен проводиться ежедневно. Помимо сигнализации, автоматика должна обеспечивать полное прекращение подачи сушильного агента или топлива в топку при повышении температуры сверхдопустимой или загорании.

16. В сушилках устройство над печью колосников не допускается. Колосники со стороны печи должны иметь ограждения высотой до перекрытия.

17. После каждой смены работы сушилки необходимо удалить золу из топочного пространства, осадочных камер, циклона-искрогасителя и камеры смешения.

18. Очистку лотков и сушильных камер от опавшей тресты и различных отходов необходимо производить каждый раз перед загрузкой новой тресты для сушки. Хранение запаса тресты и льноволокна в помещении сушилки не допускается.

На сегодняшний день существуют причина образования горючих паро- и пылевоздушных концентраций в сушилках конвективного типа: увеличение

интенсивности испарения; остановка вентилятора или уменьшение его производительности; работа сушилок с большим коэффициентом рециркуляции; повышение температуры сушки. Исходя из выше изложенного следует сделать вывод: что при эксплуатации требует особое внимание уделять на подготовку рабочего персонала в период уборочной, компании непосредственного эксплуатирующего зерно - сушильного оборудования. Возложить контроль на ответственного из числа ИТР за данное оборудование, уделить особое внимание на состояние оборудование.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная безопасность технологических процессов: учебное пособие /Г.Ф. Ласута, И.И. Полевода, А.В. Маковчик, Ф.Н. Абдрафиков, В.П. Артемьев/ – Мн.: МЧС Республики Беларусь, 2010 – 290 с.
2. ППБ Беларуси 01-2014. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь.



## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «WILDFIRE» ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

*Гоман П.Н., канд.техн.наук, Соболевская Е.С.  
Государственное учреждение образования «Командно-инженерный  
институт» МЧС Республики Беларусь, г.Минск*

На территории Республики Беларусь за период с 2010 по 2015 гг. количество лесных пожаров (далее – ЛП) увеличилось в два раза [1].

ЛП – это пожар, распространяющийся по лесной площади. В зависимости от сгорающих материалов различают два основных вида ЛП: низовые и верховые. Низовым называется ЛП, распространяющийся по нижним ярусам лесной растительности, лесной подстилке, опаду. Верховым называется лесной пожар, охватывающий полог леса.

ЛП могут привести к уничтожению больших территорий, разрушению жилых домов и промышленных объектов, разрушению линий электропередач, выходу из строя систем коммуникаций, причинению вреда здоровью и жизни людей и животных.

Возникает вопрос о предотвращении и своевременной ликвидации ЛП и их последствий. Для этого требуется оперативно и точно производить оценку динамики ЛП. Результаты прогноза могут быть использованы для принятия управленческих решений по ликвидации пожара, включая решения о привлечении дополнительных сил и средств, об эвакуации населения или оборудования субъектов хозяйствования.

По данным прогноза развития пожара может проводиться разработка плана тушения пожара, в котором определяются способы и тактические приемы ликвидации пожара, распределение сил и средств, решающее направление боевых действий и т.п.

Важным фактором, оказывающим существенное влияние на развитие ЛП, являются погодные условия. Для оценки состояния пожарной опасности лесных насаждений по условиям погоды используется комплексный показатель горимости, который учитывает основные факторы, влияющие на пожарную опасность лесных горючих материалов [2].

Комплексный показатель горимости ( $\Gamma$ ) определяется по формуле:

$$\Gamma = \sum_1^n (T - t)T ; \quad (1)$$

где  $T$  – температура воздуха в 14 часов, °С;

$t$  – точка росы в 14 часов, °С;

$n$  – число сухих суток (сутки с осадками менее 2,6 мм считаются как сутки без осадков).

По величине вычисленного комплексного показателя горимости и принятой в Республике Беларусь шкале определяется класс пожарной

опасности в лесу по условиям погоды, в зависимости от которого регламентируется работа лесопожарных служб (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала пожарной опасности в лесу по условиям погоды

Сумма осадков за 10 сут. в мм	Классы горимости (пожарной опасности)				
	I Полная негоримость	II Слабая горимость	III Средняя горимость	IV Высокая горимость	V Чрезвычайная горимость
Комплексный показатель горимости, °C <sup>2</sup>					
3–14	< 150	151–500	501–4000	4001–10000	> 10000
15–25	< 250	251–600	601–4000	4001–10000	> 10000
26 и более	< 350	351–700	701–4000	4001–10000	> 10000

Кроме комплексного показателя горимости при прогнозировании динамики ЛП необходимо учитывать следующие данные:

- вид пожара (верховой, низовой);
- класс горимости насаждений;
- скорость ветра;
- начальная площадь очага пожара.

Задачу по оценке динамики ЛП можно значительно упростить, используя компьютерные приложения. Для достижения этой цели была разработана программа «WildFire», пример рабочего окна которой представлен на рисунке 1.

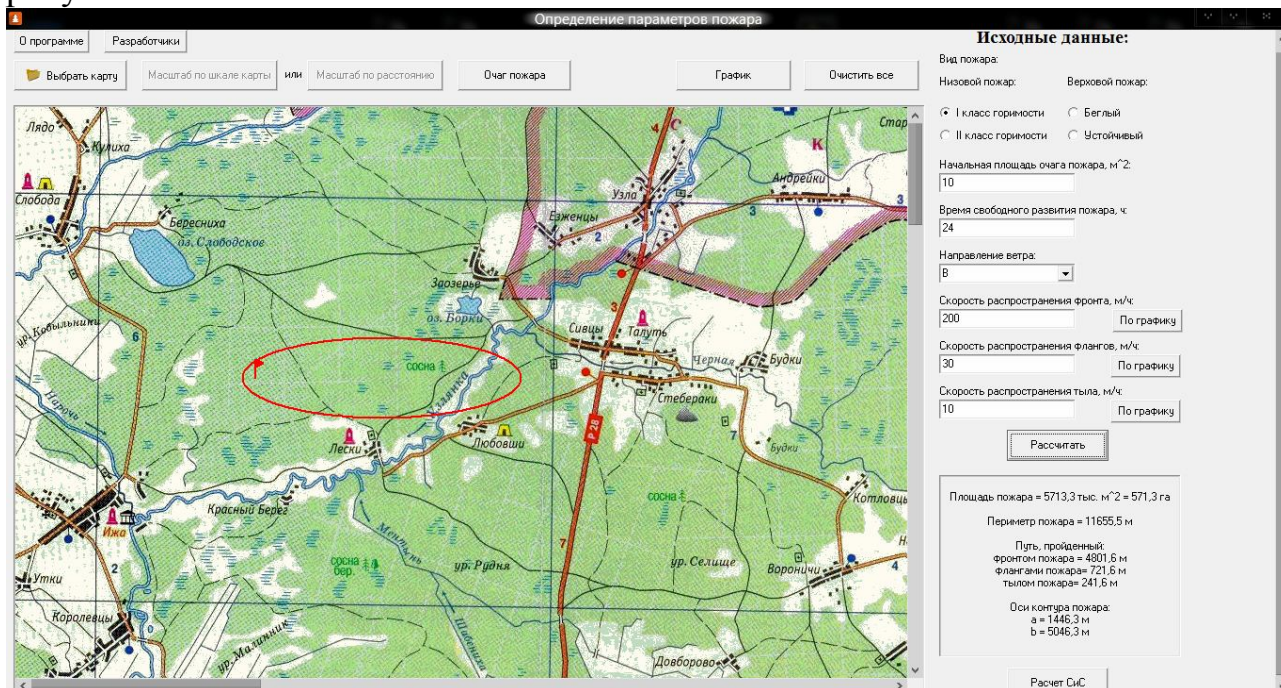


Рис. 1 – Пример рабочего окна программы «WildFire»

Программа позволяет быстро и точно на основе ввода исходных данных прогнозировать динамику ЛП в зависимости от типа леса, а также направления и скорости ветра.

Для начала работы с программой следует загрузить электронную карту местности в формате «bmp». Далее необходимо произвести привязку карты по масштабу и обозначить место возникновения пожара.

Программа позволяет определять:

- скорость распространения фронта, флангов и тыла ЛП;
- площадь и периметр ЛП;
- контур ЛП с отображением на карте местности (в программе не учитывается влияние дорог, рек и других естественных и искусственных преград на распространение ЛП);
- количество сил и средств, необходимых для ликвидации пожара.

Также в программе имеется возможность построения графической зависимости площади и периметра пожара от времени его свободного развития (рисунок 2).

Программа ориентирована на использование работниками комиссий по чрезвычайным ситуациям всех уровней, Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь и Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь.

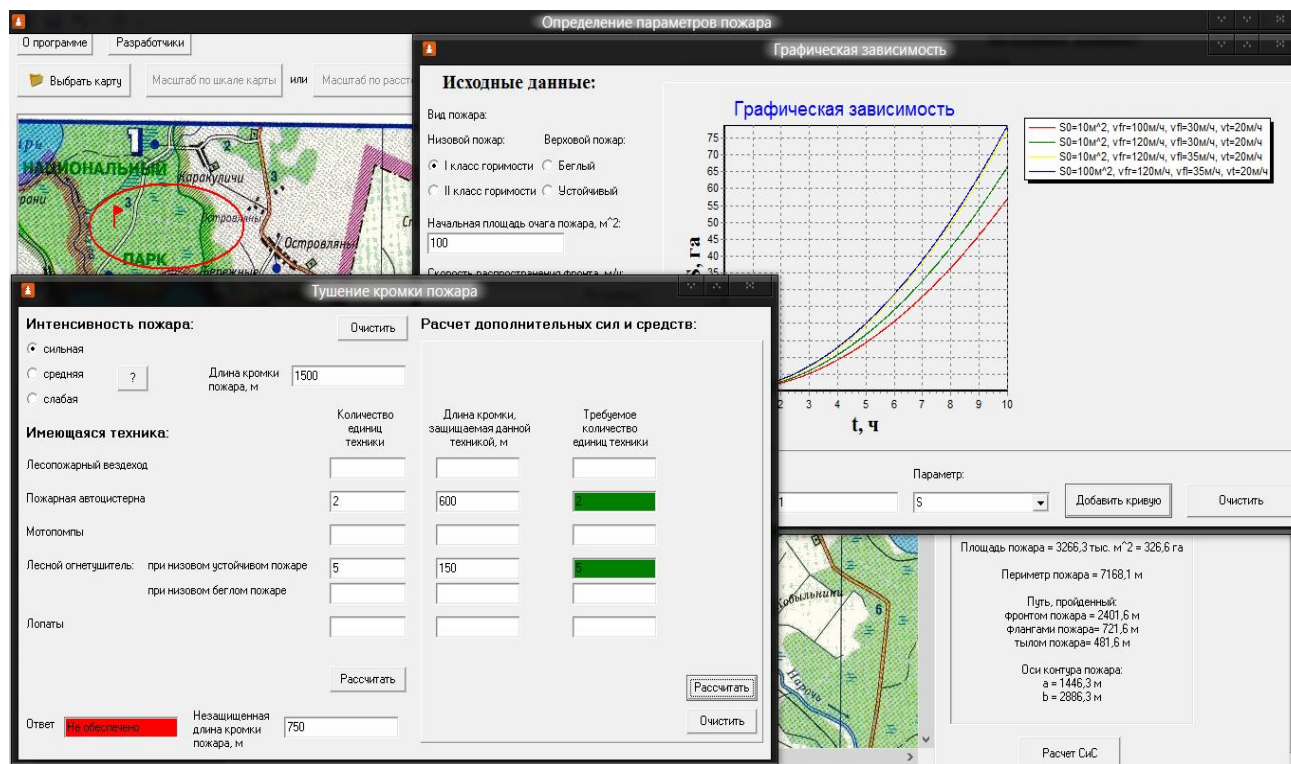
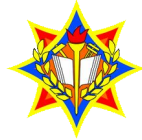


Рис. 2 – Пример рабочего окна программы с произведенным расчетом и построенной графической зависимостью

## ЛИТЕРАТУРА

1. Официальная статистика. Лесные пожары [Электронный ресурс]. – Минск, 2016. – Режим доступа : <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа : 21.04.2016.
2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования: СТБ 1408-2003. – Введ. 12.06.2003. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь: РУП «БелГИСС», 2003. – 18 с.



## **СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ИГРОВЫХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ ПРАВИЛАМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

*Горбань В.Б. канд. экон. наук, Жезло Н.В., Хлевной А.В.  
Львовский государственный университет безопасности  
жизнедеятельности, г. Львов*

Статистические отчеты международных организаций, работающих в сфере безопасности жизнедеятельности, свидетельствуют, что во время пожаров больше всего рискуют погибнуть дети (особенно младшие 10 лет) и пожилые люди (старше 60 лет). При этом самой распространенной причиной возникновения пожаров, в результате которых гибнут и травмируются дети, являются детские шалости с огнем. В результате проведения научных исследований [1] установлено, что в начальных классах уровень знаний правил поведения при пожаре среди учащихся является низким и, несмотря на регулярное проведение пожарно-профилактических мероприятий педагогического характера, он растет незначительными темпами. Поэтому важной задачей сегодня является разработка и внедрение средств обучения, способствующих усвоению детьми ключевых правил пожарной безопасности, как в школе, так и за ее пределами.

В 2010 году в центре исследования травматизма при Университете Джона Хопкинса по заказу Национальной ассоциации противопожарной защиты США было выполнено специализированное исследование, целью которого было определить основные факторы влияния на формирование знаний, умений и навыков безопасного поведения у детей 4-9 лет. В результате было доказано, что использование игровых форм обучения существенно повышает уровень эффективности усвоения материала [2].

Одним из эффективных средств обучения детей младшего школьного возраста являются настольные игры. Доказано, что их применение в начальных классах положительно влияет на развитие личностных качеств и инициативности, приучает к осознанному подчинению правилам (что, в свою очередь, способствует коррекции импульсивного поведения), а также формирует навыки взаимодействия с другими детьми и взрослыми, развивает терпение и способность сопереживать коллегам.

Исходя из вышеупомянутого, проведем анализ и обоснуем выходные данные (тип, сеттинг, информационное наполнение и статистические параметры) для создания и внедрения в учебный процесс настольной игры, которая бы способствовала изучению ключевых правил пожарной безопасности в начальной школе.

Прежде всего, необходимо выбрать тип игры. Нужно учитывать, что при работе с детьми младшего школьного возраста очень важно, чтобы настольные игры были максимально простыми и практически не зависели от умений игроков (предоставляли равные шансы на победу). Такие условия могут



обеспечить игры с механикой на игральном кубике. Самым известным представителем этого типа игр является «*Snakes and Ladders*», оригинальная версия которой была создана Милтоном Брэдли в 1943 году (автор взял за основу древнеиндийскую игру «*Лила*») [3]. Суть игры сводится к перемещению игровой фигуры на количество позиций, определяемое путем бросания игрального кубика. При попадании на поля, являющиеся началами «лестниц» или «змей», фигуру следует переместить вперед или назад на поля, которые являются концами «лестниц» или «змей» соответственно. Победителем становится игрок, первым достигший отметки «Финиш». На сегодня подобные игры широко используются при изучении различных дисциплин (от иностранных языков до математики). Есть примеры использования подобных игр и для изучения правил пожарной безопасности (например, «Школа пожарной безопасности Ивана Царевича»). По результатам анализа установлено, что при разработке игр недостаточно внимания уделено сеттингу (т.е. сюжетной среде и персонажам), а также бета-тестированию с целью определения статистических показателей и устранения выявленных недостатков. Кроме того, существующее информационное наполнение не включает всех важнейших правил пожарной безопасности.

С целью формирования полноценного представления об опасных факторах пожара и усвоения основных правил безопасного поведения, целесообразно использовать реалистичный сеттинг (сюжетная цель игры – выбраться из здания, охваченного пожаром). Это даст возможность участникам «примерить на себя» смоделированные в игре ситуации.

В качестве информационного наполнения оптимальным вариантом является формирование картотеки типичных ситуаций, с которыми может столкнуться ребенок на разных этапах развития пожара. Каждая такая ситуация должна быть проиллюстрирована графически на отдельной игровой карте. При этом карточки целесообразно разделить на 2 группы. Первая группа (так называемые «зеленые» карточки – они будут выполнять функцию «лестниц») – иллюстрации с примерами правильных вариантов действий в различных ситуациях. Вторая («красные» карточки, которые будут выполнять функцию «змей») – изображения ключевых ошибок, которые чаще всего вызывают негативные последствия. На каждой из карт, наряду с графическим материалом, необходимо описать в доступной для ребенка форме суть изображенного и указать на сколько позиций вперед или назад нужно переместить фигуру. Практическая реализация будет выглядеть следующим образом: на игровой доске отдельные поля следует обозначить зеленым и красным цветом. При попадании фигуры на зеленое или красное поле, игрок наугад берет одну из «зеленых» или «красных» карт соответственно и осуществляет указанное на них количество ходов вперед или назад. Таким образом, кроме визуального и аудиального восприятия правил, у ребенка подсознательно будет формироваться позитивное отношение к правильным и отрицательное – к ошибочным действиям во время пожара. Стоит отметить, что количество

«красных» карточек будет больше, чем «зеленых». Этот факт необходимо учесть при размещении красных и зеленых полей на игровой доске.

Основными статистическими параметрами игры являются: общее количество игровых полей на доске ( $N$ ), общие количества зеленых ( $G$ ) и красных ( $R$ ) полей, среднее значение количества ходов, необходимых для достижения поля «Финиш» ( $n$ ), частота попаданий на зеленые ( $g$ ) и красные ( $r$ ) поля в среднем за игру.

Значение  $n$  дает возможность оценить приблизительную продолжительность игры (в минутах). Известно, что детям младшего школьного возраста достаточно трудно концентрировать внимание на определенном виде деятельности в течение длительного времени, поэтому важно, чтобы средняя продолжительность одной игры не превышала 20 минут.

Нами было проведено экспериментальное исследование зависимости продолжительности игры в типовом варианте «*Snakes and Ladders*» (1943) от количества ходов и числа участников. Результаты исследования приведены на рисунке 1.

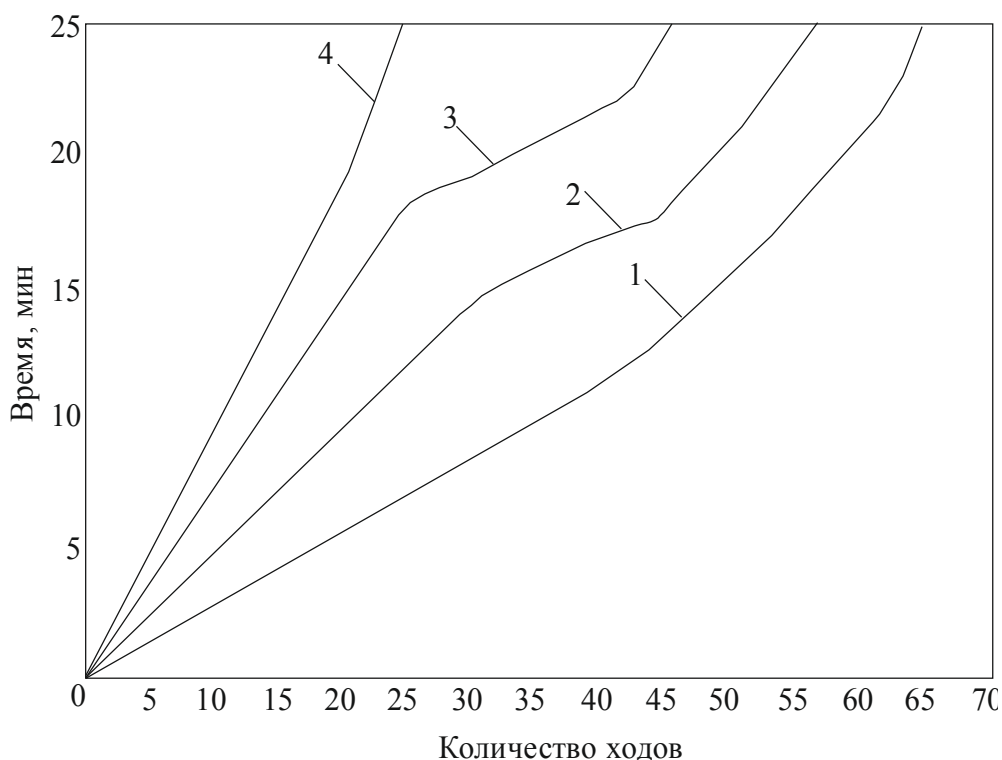


Рис. 1 – Зависимость продолжительности игры от количества ходов (1 – 2 участника; 2 – 3 участника; 3 – 4 участника; 4 – 5 участников)

Как видим, после 15 минут темп игры замедляется. Ускорение на кривых 2 и 3 (15-я и 18-я минуты соответственно) объясняется уменьшением количества участников. Таким образом, наилучшего эффекта можно достичь при  $n = 20 \dots 40$  и при количестве игроков не более 5.

С целью достоверной оценки величины параметра  $n$  и разработки предложений по количеству и размещению красных и зеленых полей на

игровой доске в среде программирования Delphi была создана программа, моделирующая возможные варианты прохождения игры в зависимости от таких параметров как  $N$ ,  $G$  и  $R$ . Для расчета значений  $n$ ,  $g$  и  $r$  на каждой из проанализированных конфигураций игровой доски было отыграно по 1000 игр. Применение программы позволило сформулировать следующие положения:

1. Если  $N = 100$ ,  $G = R = 0 \rightarrow n = 29,1$ ; то есть при наличии на доске 100 игровых полей и при отсутствии зеленых и красных полей для достижения позиции «Финиш» необходимо произвести в среднем 29 бросков кубика;

2. Если  $N = 100$ ,  $G \leq 8$ ,  $R \leq 8 \rightarrow g \leq 2,4$ ,  $r \leq 2,7$ ; то есть при размещении на игровой доске не более 8 зеленых и красных полей, среднее количество попаданий на эти поля за одну игру будет слишком малым (соответственно, ребенок сможет усвоить меньшее количество информации);

3. При  $G > R$ ,  $g > r$ , а при  $G < R$ ,  $g < r$ , поэтому, учитывая тот факт, что количество «красных» карточек в картотеке типичных ситуаций априори больше количества «зеленых», оптимальным является вариант игры, при котором  $G < R$ .

4. Если  $N = 100$ ,  $R > G + 1 \rightarrow n > 40$ . Это означает, что если количество красных полей на игровой доске будет превышать количество зеленых полей более чем на 1, среднее значение количества ходов, необходимых для достижения позиции «Финиш» будет составлять более 40, что крайне нежелательно.

5. Поскольку количество карточек типичных ситуаций является ограниченным (от 15 до 25 «красных» и от 10 до 17 «зеленых»), а максимальное рекомендованное количество игроков равно 5, на игровой доске не должно быть более 11 красных или зеленых полей. При этом оптимальное количество полей, на которые следует перемещать фигуру при попадании на красное или зеленое поле должно колебаться в интервале 8 ... 15.

Руководствуясь приведенными выше рекомендациями, приведем наиболее удачные, по нашему мнению, конфигурации игровых полей и рассчитаем статистические параметры предложенных вариантов игр (таблица 1).

Таблица 1 – Статистические характеристики предложенных вариантов игр

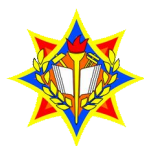
Характеристика	<i>Snakes and ladders</i> (1943)	I	II	III
$N$	100	100	100	100
$G$	9	10	10	11
$R$	10	10	11	11
$n$	39,2	33,8	28,6	30,8
$g$	3,3	2,8	3,6	3,1
$r$	4,1	4,3	4,6	3,6
<i>Зеленые поля</i>	(1,38), (4,14), (9,31), (21,42), (28,84), (36,44), (51,67), (71,91), (80,100)	1, 5, 9, 17, 28, 36, 49, 58, 76, 83	1, 5, 9, 17, 28, 36, 49, 58, 76, 83	1, 5, 8, 15, 24, 33, 43, 52, 64, 76, 83

Характеристика	<i>Snakes and ladders</i> (1943)	I	II	III
<i>Красные поля</i>	(16,6), (47,26), (49,11), (56, 53), (62,19), (64,60), (87,24), (93,73), (95,75), (98,78)	16, 31, 44, 54, 65, 73, 85, 93, 95, 99	16, 31, 44, 51, 61, 69, 77, 85, 93, 95, 99	16, 31, 44, 51, 61, 69, 77, 85, 93, 95, 99

Таким образом, мы пришли к выводу, что для улучшения процесса обучения правилам пожарной безопасности в начальной школе необходимо внедрить в учебный процесс настольную карточную игру вида «*Snakes and Ladders*» с механикой на игральном кубике и реалистическим сеттингом. Инструментарий игры должен включать набор карточек с качественными и запоминающимися изображениями типичных ситуаций, в которых могут оказаться дети во время пожара. пожарной безопасности. Оптимальное количество зеленых и красных полей на игровой доске должно составлять 10 и 11 соответственно (при общем количестве полей  $N = 100$ ).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Горбань В.Б. Диагностика уровня знаний правил пожарной безопасности среди детей младшего школьного возраста / В.Б. Горбань, Н.В. Жезло, А.В. Хлевной // Вестник ЛГУ БЖД. – 2015. – №11. С. 144-151.
2. Understanding the Impact of Fire and Life Safety Messages on Children. A project for the National Fire Protection Association conducted with funding from the U.S. Department of Homeland Security Federal Emergency Management Agency Fire Prevention and Safety Grant Program. Final Report. November 30, 2010.
3. Классификация настольных игр. – Режим доступа: <http://hobbygames.ru/klassifikacija-nastolnih-igr>.



## **К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ К ГАЗОСИЛИКАТНЫМ БЛОКАМ МЕТОДИК ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЧАГА ПОЖАРА**

*Горовых О.Г. канд.техн.наук., Волосач А.В.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Силикатные блоки – это один из таких материалов, которые стали широко применяться в гражданском строительстве. В настоящее время годовой объем производства ячеисто-бетонных изделий находится в пределах 50-60 млн. м<sup>3</sup>. Блоки плотностью от 500 и 600-700 кг/м<sup>3</sup> применяются как основной стеновой материал в малоэтажном или монолитном строительстве Республики Беларусь. Сегодня именно газосиликаты, которые производятся исключительно с синтетическим твердением в автоклавах, остаются лидерами по лучшему комплексу эксплуатационных характеристик, долговечности и многовариантности изготавливаемых из них изделий. Это обусловило преимущественное использование газосиликатных блоков при строительстве малоэтажных зданий в европейских странах, России, Америке, Азии; наблюдается тенденция перевода малоэтажного домостроения на автоклавные газосиликаты и газобетоны также и в Белоруссии.

В отличие от газобетона, в газосиликате используются иные смеси. Вяжущий элемент представляет собой смесь с преимущественным содержанием негашеной извести (% масс.: CaO – 75; CO – 4,0; MgO – 2,0; SO<sub>3</sub> – 1,0). Наполнителем рабочей смеси являются, % масс.: кварцевый песок SiO<sub>2</sub> – 85; дополнительные элементы: CaO – 10; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 7; MgO – 3; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3; Na<sub>2</sub>O – 2; SO<sub>3</sub> – 1). Как газообразователь применяется алюминиевая паста, содержащая не менее 90% активного металла [1]. Белорусские ТНПА [1, 2] также определяют условный состав, который может меняться в допустимых пределах в зависимости от производителя. От применяемого состава и качества исходных материалов во многом зависят свойства готовой продукции.

Газосиликатный блок изготавливается на основе пористого (ячеистого) бетона методом автоклавного твердения. Пористый бетон, в свою очередь, представляет собой не что иное, как смесь на основе минерального вяжущего вещества, включающего известь, и кремниевого компонента. Цемент в состав материала не входит либо добавляется в очень малом процентном соотношении. Пористым, или ячеистым, бетон назван в связи с наличием равномерно распределенных по всему объему небольших округлых пустот (пор) размером 1-3 мм в диаметре.

Новые материалы, используемые в строительстве, требуют модификации и уточнения методов и подходов к поиску очага пожара по степени изменения свойств этих материалов, находящихся в зависимости от времени и интенсивности воздействующих тепловых потоков. Установление изменения свойств новых строительных материалов от температурного (термического)

воздействия позволит восстанавливать обстановку на пожаре, воссоздавать динамику его развития.

Точное установление причин пожаров, соответствующий их учет и анализ являются важными условиями для организации успешной борьбы с пожарами.

Окончательный вывод о положении очага пожара зачастую невозможно сделать даже тогда, когда для этого исчерпаны все возможности: произведен тщательный осмотр места пожара, собраны и проанализированы показания очевидцев, учтены особенности обстановки, предшествовавшей возникновению пожара, особенности действий по его тушению [3].

Во многих случаях для окончательного вывода о положении очага пожара требуется проводить исследования строительных конструкций и материалов на месте пожара, используя полевые методы исследования, а также при необходимости проводить лабораторные исследования.

Для исследования бетонных и железобетонных конструкций применяют следующие основные методы:

– фиксация остаточных температурных зон на теплоемких конструкциях;

Конструктивные элементы с относительно малой теплопроводностью и достаточно высокой теплоемкостью (кирпичные, бетонные стены, перекрытия и т.п.), прогретшись в ходе пожара, отдают затем тепло постепенно.

В зонах, где горение было достаточно длительное, стена успевает прогреться лучше (на большую глубину и до более высокой температуры), и остывает она соответственно значительно медленнее, чем менее прогретые участки. Часто бывает, что даже через несколько часов стена остается еще теплой. Поэтому после пожара при поисках его очага можно измерить температуру конструкции в различных ее зонах. Рекомендуется использовать приборы, обеспечивающие бесконтактное измерение температур.

Для бесконтактных измерений применяются два типа приборов: пирометры и тепловизор (сканирующий пирометр).

Пирометры дают возможность дистанционного измерения температуры в отдельных точках конструкций. При необходимости выявления распределения температурных зон по поверхности стены измерения проводятся последовательно в нескольких десятках точек.

Измерение остаточных температурных зон на конструкциях – полезный, быстрый и нетрудоемкий метод получения информации, необходимой для поиска очага пожара.

Скорость изменения температуры предварительно нагретого силикатного кирпича с учетом максимальной исходной температуры также не исследована, поэтому использовать данный метод без предварительных исследований нецелесообразно.

– ударно-акустический;

Ударно-акустический метод применяется в строительстве для определения твердости бетона и железобетона. Учитывая, что твердость этих

материалов снижается при тепловом воздействии на них в ходе пожара, метод может быть применен для оценки степени их термического поражения.

Для измерения остаточной прочности конструкций могут применяться портативные цифровые измерители прочности (ИП -1, PROSEQ, SCHMIDT и др.).

Аналогично УЗ-дефектоскопии на месте пожара намечаются конструкции для обследования; составляется план конструкции (потолка, стены) в масштабе; на конструкции намечаются участки, в которых будет производиться исследование. Зона наибольших термических поражений будет соответствовать зоне наименьших значений остаточной прочности конструкций.

Учитывая, что количество компонентов, подвергающихся термическому распаду в силикатных блоках, значительно меньше, чем в бетоне, твердость его будет изменяться не так интенсивно, поэтому применимость данного метода, также требует дополнительной проработки.

– ультразвуковая импульсная дефектоскопия;

Ультразвуковая дефектоскопия используется для оценки качества бетонных и железобетонных конструкций и, соответственно, для оценки степени их термических поражений после пожара (установления очага горения).

Метод основан на измерении скорости прохождения ультразвуковых волн в поверхностном слое бетона с помощью прозвучивающего прибора (дефектоскопа).

Скорость поверхностной ультразвуковой волны в ненагретом бетоне составляет около 2000-2500 м/с. Разрушение бетона на пожаре приводит к последовательному ухудшению его акустических свойств. При этом скорость движения ультразвуковой волны последовательно меняется.

Потолок в помещениях, сделанный из железобетонных плит перекрытия, – самый распространенный объект исследования по данной методике. На пожаре он, в отличие от стен, не загроможден мебелью и фиксирует все, что происходит в комнате.

Результаты измерений относительной скорости прохождения ультразвуковых волн на всех намеченных участках наносятся на план обследуемой конструкции. На плане выделяются зоны термических поражений исследованной конструкции. Зона наибольших термических поражений будет соответствовать зоне наименьших значений относительной скорости прохождения ультразвуковых волн.

Способна ли степень разрушения газосиликатных блоков, так изменить скорость поверхностной ультразвуковой волны, чтобы она фиксировалась приборами, требует изучения.

– рентгеновский фазовый анализ и ИК-спектроскопия;

Исследования проводятся в лабораторных условиях, на предварительно отобранных на месте пожара пробах цементного (известкового) камня. Рентгеновский фазовый анализ - традиционный метод исследования неорганических материалов. Он позволяет зафиксировать изменения фазового

состава цементного (известкового) камня. Результаты рентгеновского фазового анализа позволяют выявлять на месте пожара зоны термических поражений конструкций из материалов с цементным и известковым связующим.

Фазовые переходы силикатных блоков необходимо также дополнительно определить, хотя часть авторов указывает на то, что данный метод не применим к исследованию силикатных блоков.

Метод ИК-спектроскопии для исследования неорганических веществ и материалов используется относительно редко, оставаясь преимущественно методом анализа функционального состава органических веществ. Тем не менее он, с тем же успехом, что и рентгеновский фазовый анализ, может использоваться для выявления зон термических поражений на указанных материалах. Критерием оценки при этом служат рассчитываемые спектральные критерии - соотношения отдельных характеристических полос в спектрах.

– определение остаточного содержания термолабильных компонентов;

Пробы цементного и известкового камня засыпают в тигли и нагревают в муфельной печи при температуре 800°C в течение 1-1,5 ч. После нагрева и охлаждения пробы повторно взвешивают, определив величину убыли массы пробы.

Величина убыли массы может быть использована в качестве критерия степени термического поражения материала на пожаре; чем она меньше, тем выше степень термического поражения [4].

Термолабильных компонентов в составе силикатных блоков также значительно меньше, чем в бетоне, поэтому для применения данного метода необходимо определиться с массой пробы (навеской), потеря массы которой будет характеризовать величину температурного воздействия.

Хотя в настоящее время большое внимание уделяется вопросам расследования пожаров, практика расследования пожаров свидетельствует о необходимости дальнейшего улучшения этой работы, и не в последнюю очередь, со стороны инструментальных и лабораторных исследований.

Возможность применения рассмотренных методов анализов, разработанных и апробированных для бетонных и железобетонных материалов применительно к газосиликатным блокам, не является безусловной. Вопросы, отражающие поведение газосиликатных блоков при воздействии факторов пожара, в изученной нами литературе не обнаружены, поэтому возможность использования имеющихся методик исследования бетонных и железобетонных конструкций для строений из газосиликатных блоков требует дополнительного исследования, научного подтверждения и обоснования.

А вопросы обеспечения дознавателя и специалистов в области проведения пожарно-технической экспертизы новыми или модернизированными инструментальными методами анализа современных строительных материалов, в частности, газосиликатных блоков, повышающими вероятность обнаружения истинных причин возникновения очага пожара, все также остаются актуальными.



## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия».
2. СТБ 1117-98 «Блоки из ячеистых бетонов стеновые. Технические условия».
3. Мегорский, Б.В. Методика установления причин пожаров / Б.В. Мегорский. – М. : Стройиздат, 1966. – 348 с.
4. Чешко, И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие / И.Д. Чешко. – М. : ВНИИПО, 2002. – 330 с.



## **МЕТОД СНИЖЕНИЯ ВЫНОСИМОГО НА ПОВЕРХНОСТЬ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ЖИДКОСТИ В РЕЗЕРВУАРЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ЗАРЯДА**

*Горовых О.Г. канд.техн.наук.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Поща  
Оразбаев А.Р.*

*ТОО «SEMSEK Ort Sondirushi», Республика Казахстан*

Несмотря на различные методы предупреждения пожаров на хранилищах различного типа, заполненных углеводородными жидкостями, пожары на этих объектах продолжают происходить. Типичными пожарами в резервуарах вертикальных стальных (РВС) являются пожары при очистке и ремонте резервуаров, они составляют 40 % от общего числа пожаров [1]. При сливно-наливных операциях чаще всего причиной возникновения пожаров в резервуарах являются разряды статического электричества в виде искр, возникновение которых является недопустимым во взрыво- и пожароопасных условиях [2].

С каждым годом объемы транспортируемой и хранящейся нефти и нефтепродуктов продолжает расти, например, на экспортном трубопроводе Атырау-Самара в 2001 г. прокачен объем нефти - 13 млн. т; в 2000 г. - 11,7 млн. т; а в 1999 г. - 10,5 млн. т. [3], а в 2012 16,5 млн. тонн [4]. Это приводит к росту производительности перекачки, увеличение же скорости перекачки, загрузки и выгрузки из резервуаров углеводородных жидкостей приводит к возрастанию величины электростатического заряда, который при этом формируется. Поэтому проблема возникновения, накопления и релаксации статического электричества при хранении и перекачке нефтепродуктов выходит на одно из первых мест.

Генерирование статического электричества, не может быть предотвращено абсолютно, потому что оно вызвано внутренними свойствами систем, связанными с различными процессами на поверхностях раздела [5].

Для обеспечения безопасной эксплуатации резервуарных парков и проведения технологических операций с нефтепродуктами требуется анализировать факторы электризации нефтепродуктов, развивать методы оценки интенсивности и закономерностей этого процесса, устанавливать допустимые максимальные величины объемной и поверхностной плотности электрического заряда, напряжение заряда и т.д. Электризация нефти и нефтепродуктов при движении по трубопроводам является причиной внесения образующегося заряда статического электричества в резервуары и иные емкости, что способствует возникновению искровых разрядов в парогазовом пространстве, с развитием, в дальнейшем, взрывов и пожаров.

Современная теория электризации системы твердое - жидкость следующая: когда встречаются твердое и жидкое тела, формируется твердо-жидкостная поверхность взаимодействия, при этом происходит переход заряда

за счет миграции ионов, присутствующих в жидкости. Ионы в жидкости возникают от разложения возможных примесей или при протекании окислительно-восстановительных реакций. Поскольку совершенно чистых жидкостей практически не существует, всегда имеется хотя бы небольшое количество положительных и отрицательных ионов, связывающих твердо-жидкостную границу поверхности.

Заряды статического электричества при отсутствии какого-либо механического действия образовываться не могут, поэтому разряды статического электричества наблюдаются, именно при проведении технологических операций с нефтепродуктами: слив, налив, транспортировка по трубопроводам. Но механическое воздействие может и не быть явно заметным, например, отстаивание в резервуаре или просто при хранении жидкости в резервуаре возможно также возникновение потенциала за счет потенциала седиментации (эффект Дорна) – возникновение разности потенциалов при вынужденном движении дисперсной фазы относительно неподвижной дисперсионной среды (например, под действием силы тяжести). Потенциал протекания (эффект Квинке) есть явление возникновения разности потенциалов при движении дисперсионной среды относительно неподвижной дисперсной фазы. Кроме того, чем выше электрическое сопротивление, тем больший заряд сможет удерживаться данным объемом жидкости при его образовании, и тем больше будет сопутствующая разность потенциалов.

Заземление резервуаров не устраняет общей опасности – наличия заряда в резервуаре. Сколь долго бы ни находился резервуар без движения жидкости объемный и поверхностный заряд, внесенный с поступающей жидкостью не исчезает окончательно, он только перераспределяется или экранируется нейтральными молекулами диэлектрической жидкости.

Кроме того, образование статических зарядов, формирующих двойной электрический слой на стенках и иных элементах резервуара, зависит от состояния поверхности (степени коррозии, наличия отложений, вида сульфидных форм железа и т.д.) и от общего сопротивления изолирующих отложений, кроме того заряд зависит и от климатических условий. Поэтому расчет величины существующего в резервуаре заряда, который может перераспределиться под внешним воздействием и создать мгновенные критические величины этого заряда рассчитать достаточно сложно из-за многофакторности самого явления возникновения и релаксации заряда в объеме электростатической жидкости.

Таким образом, для предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с разрядом статического электричества необходимо проводить измерение величины этого заряда на поверхности жидкости или формируемой этим зарядом величины напряженности поля над поверхностью горячей жидкости.

Учитывая, что пробивное напряжение воздуха  $U_{пр}$  составляет 30 кВ/м, то, безопасная величина сформировавшейся напряженности статического электричества не должна превышать  $0,4 U_{пр}=12$  кВ/м.

Измерение напряженности поля, созданного зарядом накопившегося на поверхности статического электричества можно проводить по следующей принципиальной схеме (рис. 1): на поплавке - 3, который постоянно находится на поверхности углеводородной жидкости (6) укрепляется индикаторное устройство (1) с расположенным внутри светодиодом, который может работать в режиме — фазоиндикатора (и при этом касаться заряженной поверхности не нужно).

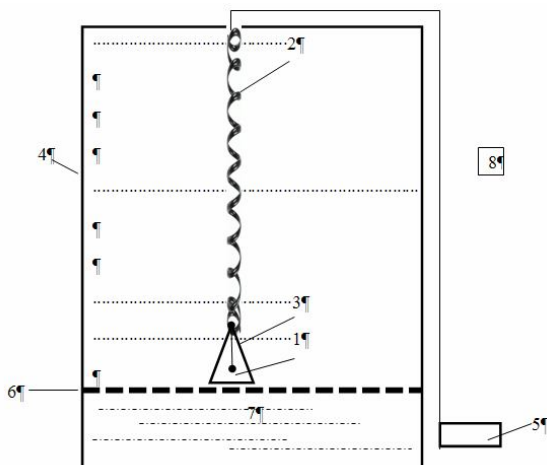


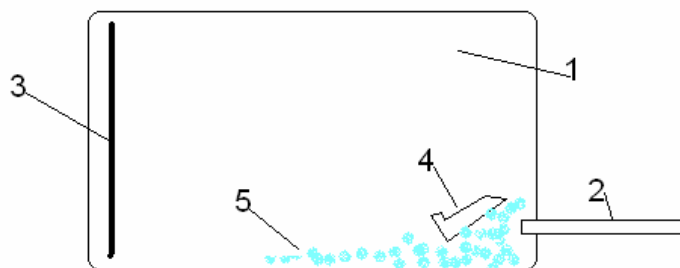
Рис. 1 – Схема метода измерения величины напряженности поля, создаваемого электростатическим зарядом

Светодиод совмещается с фотоэлементом, который соединен с звуковым сигналом (5), информирующим о достижении критической величины напряженности электростатического поля. Накопление критической величины статического электричества приведет к свечению индикатора, что зафиксирует фотоэлемент. Как только сработает звуковой сигнал все операции с нефтепродуктами необходимо прекращать, до выявления причины возникновения критического потенциала, или принятия дополнительных мер по нейтрализации накопившегося заряда статического электричества и приведения в боевую готовность огнетушащих систем и устройств.

Для снижения электростатического заряда на поверхности углеводородной жидкости до безопасной величины при ее загрузке с любой скоростью в резервуары различного типа необходимо обеспечить увеличение времени пребывания струек диэлектрической жидкости, несущей объемный электростатический заряд, до выхода их на поверхность. Это можно реализоваться путем применения специальных загрузочных устройств, позволяющих проводить изменение направления движения струек жидкости и устранить попадание загружаемой жидкости на стенки резервуара. Для апробации разработанных загрузочных устройств была изготовлена лабораторная установка (рисунок 2).

Методика проведения эксперимента сводилась к следующему: анализируемое загрузочное устройство прикрепляли к впускному патрубку, стенки полимерного прозрачного резервуара покрывали слоем выявляющей

бумаги, и начинали заполнять резервуар жидкостью до достижения уровня жидкости выше впускного патрубка (визуальные наблюдения). Быстро извлекали выявляющую бумагу и определяли распределения капель и смоченного жидкостью слоя.



1 – полимерный резервуар с плоским дном, 2 – впускной патрубок, 3 – выявляющая бумага, 4 – грузочное устройство, 5 – углеводородная жидкость

Рис. 2 – Схема лабораторной установки

Наибольшую эффективность (отсутствие капель на стенках резервуара) и отсутствие участков локальных мест смоченных стенок имеет грузочное устройство, представляющее собой четырехслойную сетку (каждый выше лежащий слой сетки имеет меньший размер ячейки), расположенную под углом не более  $40^\circ$  к оси впускного патрубка.

Вывод: для обеспечения пожаро-взрывобезопасности резервуаров при их наполнении углеводородной жидкостью, необходимо как контролировать уровень поверхностного заряда так и использовать специальные грузочные устройства. Форма грузочного устройства позволяет снизить как вносимый, с поступающей углеводородной жидкостью, электростатический заряд, так и препятствовать формированию заряда непосредственно при загрузке резервуара.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары резервуаров с нефтью и нефтепродуктами // Обзорная информация. 1992, вып.3-4. – 100 с.
2. Кондрашова, О.Г., Назарова М.Н. Причинно-следственный анализ аварий вертикальных стальных резервуаров. / Нефтегазовое дело, 2004.
3. Круг, Карен. Обзор нефтегазовых трубопроводов Казахстана / Международный деловой журнал KAZAKHSTAN №3/4, 2001.
4. Транспорт нефти информационно-аналитический портал. Казахстан рассказал о транзите по «Атырау – Самара» <http://www.transport-nefti.com/picture-day/1545/>.
5. National Fire Protection Association, NFPA 77, Recommended Practice on Static Electricity, 1988 edition, NFPA, Quincy, Massachusetts. 23с.



## СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ

*Грачулин А.В.*

*Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь, г.Минск*

Пожары для современного общества являются глобальным бедствием, несущим как людские смерти, так и огромный материальный и экологический ущерб.

Чтобы качественно бороться с пожарами, необходимо иметь надежные средства пожаротушения, соответствующие современным требованиям безопасности. Также необходимо проводить исследования в области модернизации и развития пожарной техники, разработки новых методов, подходов и средств ликвидации пожаров.

Одним из наиболее эффективных и самым распространенным огнетушащим веществом является вода. По сравнению с такими огнетушащими веществами, как порошок, аэрозоль и газ – вода является наиболее безопасной, надежной и дешевой. Однако эффективный расход воды при тушении пожаров составляет не более 10-20%. Из-за высокого поверхностного натяжения вода обладает низкой смачивающей способностью, вследствие чего быстро стекает с горящих объектов, и значительная часть ее не участвует в процессе тушения [1].

Это и не только приводит к тому, что традиционные установки водяного пожаротушения (спринклерные и дренчерные) имеют ряд существенных недостатков:

- большие значения интенсивности подачи воды (более 0,08 л/(с·м<sup>2</sup>));
- возможность нанесения дополнительного материального ущерба за счет пролива воды;
- необходимость строительства капитальных инженерных сооружений (насосные и дренажные станции, резервуары для хранения резервного запаса воды, водопитатели, дренажные сооружения);
- необходимость обеспечения электроснабжения большой мощности по I категории надежности;
- сложный регламент и большие затраты на техническое обслуживание установок пожаротушения.

Возможности повышения огнетушащей способности воды, и как следствие уменьшения ее расхода, могут быть связаны с обоснованным выбором оптимальной дисперсности распыленных струй воды, снижения поверхностного натяжения и повышения смачивающей способности воды.

Этого можно достичь использованием технологии пожаротушения тонкораспыленной водой, основанной на ликвидации возгорания каплями воды с эффективным диаметром не более 100 мкм [2].

В традиционных системах водяного пожаротушения диаметр капель, которые попадают на очаг возгорания, составляет порядка 0,4-2,0 мм. Это и приводит к тому, что только около 20% воды идет непосредственно на тушение огня, а остальная часть проливается и в процессе тушения, нанося тем самым косвенный ущерб. Однако при уменьшении размеров водяной капли менее 100 мкм механизм тушения огня существенно изменяется. Обладая высокой проникающей и охлаждающей способностью тонкораспыленная вода (водяной туман) позволяет надежно тушить пожары при небольшом значении интенсивности подачи огнетушащего вещества (менее 0,03 л/(с·м<sup>2</sup>)) в течении промежутка времени 10-60 с [2].

Это позволяет без каких либо негативных последствий, связанных с влиянием огнетушащего вещества, тушить пожары в архивах, библиотеках и музеях, что подтверждено специальными испытаниями. Как показывает практика, тонкораспыленная вода эффективно поглощает твердые частицы дыма. Имеются данные по успешному использованию тонкораспыленной воды при тушении электроустановок под напряжением 35 кВ без аварийных последствий [2].

Для создания тонкораспыленных струй воды применяются модульные установки, позволяющие обслужить объект практически любой степени сложности. Особенностью технологии диспергирования (размельчения) капель воды, применяемой в данных установках, является использование газожидкостной смеси, которая подается к оросителям установок по одному трубопроводу, что значительно упрощает технологию, монтаж и эксплуатацию установок.

Эффективность диспергирования жидкости обеспечивается следующими особенностями технологии модульных установок:

- истечение из оросителей предварительно полученной в специальном устройстве газожидкостной смеси позволяет при невысоких давлениях (0,3-1,0 МПа) получить высокую скорость водяных капель, что само по себе способствует их эффективному дроблению;
- использование в качестве оросителей газожидкостных струйных форсунок с соударением струй;
- создание особого режима течения газожидкостной смеси на входе в форсунку с помощью специального устройства;
- наличие резонирующей полости в форсунке, позволяющей получить акустический резонанс, благодаря которому обеспечивается диспергирование жидкости до состояния тумана.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуров, В.П. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения: Учебник / В.П. Бабуров, В.В. Бабуринов, В.И. Фомин, В.И. Смирнов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 298 с.

2. Пожаротушение тонкораспыленной водой [Electronic resource] // –  
Mode of access: [http://atmsyst.ru/fighting\\_watersprite.html](http://atmsyst.ru/fighting_watersprite.html). – Date of access:  
19.04.2016.





## ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЖИЛОГО СЕКТОРА

*Давыдик М.А., Бирюк В.А., канд.техн.наук, доцент*

*Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь МЧС Республики Беларусь, г.Минск*

В настоящее время в Республике Беларусь, несмотря на принимаемые меры по обеспечению пожарной безопасности, довольно остро стоит проблема по снижению уровня пожарной опасности теплогенерирующих устройств, в частности отопительных печей и каминов, применяемых в жилом секторе. Высокая пожарная опасность печного отопления объясняется тем, что печи и их дымоходы обычно связаны с конструкциями зданий, а около отопительных приборов нередко расположены сгораемые предметы, материалы, оборудование.

По ориентировочным данным, в республике эксплуатируется более двух миллионов печей, из них 2/3 с возрастом свыше 30 лет. По данным результатов обследования, многие из них неисправны: требуют ремонта, выполнены с различными нарушениями правил пожарной безопасности.

Статистические данные по пожарам, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что ежегодно в республике происходит значительное количество пожаров по причине нарушения правил устройства и монтажа печей и дымоходов или несоблюдение мер пожарной безопасности при эксплуатации печного отопления.

Таблица 1 – Данные по пожарам и причинам их возникновения за 2012-2015 гг

Год	Общее количество пожаров по республике	Пожары по причине нарушения правил устройства и монтажа печей, теплогенерирующих агрегатов и устройств	Пожары по причине нарушения правил эксплуатации печей, теплогенерирующих агрегатов и устройств	Прочие причины возникновения пожаров
2012	7410	334	1068	6008
2013	6882	231	897	6882
2014	6778	247	1020	6778
2015	6020	124	673	6882

Для возведения печей в соответствии с [1] применяются: а) кирпич керамический полнотелый по СТБ 1717, ГОСТ 390 и изделия огнеупорные по [2] – для кладки корпуса печи, дымоходов, дымовой трубы; б) изделия огнеупорные по ГОСТ 390 – для футеровки топливника; в) изразцы – для

облицовки корпуса печи, дымовой трубы. Допускается применение других материалов (в том числе растворных смесей), которые в соответствии с действующими ТНПА могут использоваться для облицовки печей.

В процессе эксплуатации печей кладка подвергается как воздействию высоких температур, так и термоциклированию (попеременному нагреванию-охлаждению), что вызывает возникновение в материале термических напряжений и может привести к разрушению. Кроме этого, несогласованность термических характеристик кирпича и кладочного раствора приводит к появлению трещин в швах, нередко к их разрушению, вываливанию из кладки, что нарушает ее целостность и может вызвать выбивание пламени из печи. Это в свою очередь повышает пожароопасность при эксплуатации печи, приводит к пожарам со всеми вытекающими последствиями.

В связи с этим возникает необходимость изучения термических свойств материалов, используемых для кладки отопительных печей.

*Термическая стойкость* керамических изделий и материалов характеризует их способность выдерживать без разрушения резкие смены температуры. Это один из важнейших качественных показателей керамики, во многих случаях определяющих возможность ее применения в условиях резкого термоциклирования [3].

При резком нагревании или охлаждении в изделии возникают температурные перепады и разные слои претерпевают объемные неодинаковые изменения, вызывающие в свою очередь термические напряжения, которые могут быть разрывающими, сжимающими, сдвигающими в зависимости от размера и формы изделий и условий их нагрева и охлаждения. Влияние термических напряжений в различного рода материалах зависит от величины этих напряжений, их распределения по объему изделий и продолжительности действия, а также от таких свойств материала, как пластичность или мера хрупкости, которое оказывает значительное влияние на термостойкость при высоких температурах. Величина термических напряжений в основном определяется перепадом температуры:

$$\sigma_{т.н.} = E \cdot \alpha (T_{сер} - T_{пов}), \quad (1)$$

где  $E$  – модуль Юнга;  $\alpha$  – температурный коэффициент линейного расширения;  $T_{сер}$ ,  $T_{пов}$  – температуры середины и поверхности изделия.

Если возникшие термические напряжения превышают предел прочности материала, то происходит нарушение сплошности изделия, т. е. возникновение термических трещин или разрушение.

*Термическая прочность* – это комплексная характеристика изделия или материала, зависящая от многих факторов и единого критерия оценки термической стойкости изделия нет. Исследователями предложены 22 критерия для теоретической характеристики термостойкости.

Наиболее значимыми из них являются:

– критерий термического сопротивления

$$R = \frac{\sigma(1 - \mu)}{E\alpha}, \quad (2)$$

где  $\sigma$  – предел прочности при разрыве,  $E$  – модуль Юнга,  $\mu$  – коэффициент Пуассона.

– критерий, учитывающий условия передачи тепла в изделии (температуропроводность)

$$K = f(\lambda, \alpha); \alpha = \frac{\lambda}{c\rho}, \quad (3)$$

где  $\alpha$  – температуропроводность;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;  $c$  – теплоемкость;  $\rho$  – плотность материала.

– критерий (фактор) формы и размеров изделий  $S$ .

В некотором приближении без учета размерных и структурных особенностей изделия термостойкость можно оценить общим коэффициентом

$$R' = \frac{\sigma(1 - \mu)\lambda}{E\lambda c\rho} \cdot S; \quad (4)$$

Некоторыми исследователями предложены для оценки критерии, характеризующие скорость образования и распространения термической трещины, зависящие от меры хрупкости материала.

Физические свойства керамических материалов, а также фактор формы и размера и условия теплоотдачи определяют условия образования трещин в изделии. Скорость распространения образующейся трещины может быть различной в зависимости от структуры материала. В керамике, характеризующейся плотной, мелкозернистой структурой, а также при большом содержании стекловидной фазы термическая магистральная трещина образуется и распространяется мгновенно, нарушая целостность изделия.

Изменяя структуру керамики можно влиять на скорость распространения термических трещин. Так, в материалах зернистого строения и также состоящих из нескольких фаз с разными термическими коэффициентами линейного расширения, образуется микротрещиноватая структура, которая в известной степени снижает скорость распространения трещин при термоударах, что приводит к повышению термостойкости изделий. Термическая стойкость в этих случаях повышается за счет увеличения соотношения  $\sigma/E$ , представляющего максимальную относительную упругую деформацию. Кроме этого, особенности структуры позволяют некоторые перемещения зерен относительно друг друга при термоударах, что позволяет существенно релаксировать возникающие термические напряжения.

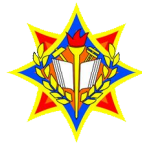
Таким образом, для теоретической оценки термостойкости керамических изделий необходимо определить целый комплекс термомеханических свойств, а также исследовать структурные особенности материала.

В данной работе предполагается определить термостойкость и термическую прочность керамического кирпича выпускаемого различными

производителями на территории Республики Беларусь с целью установления влияния термомеханических свойств на срок службы печей и разработать рекомендаций по повышению уровня их пожаробезопасности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-4.02-99-2008 (02250) Каминь и бытовые печи. Правила возведения.
2. ТУ РБ 101030875.001-2003 Кирпич керамический для бытовых тепловых агрегатов.
3. Дятлова, Е.М. Химическая технология керамики и огнеупоров / Лабораторный практикум по одноименной дисциплине // Е.М. Дятлова, В.А. Бирюк.– Минск: БГТУ, 2006. – 285 с.



## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМАТИВНОСТИ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА

*Дробыш А.С. Кудряшов В.А., канд.техн.наук, доцент  
Государственное учреждение образования «Командно-инженерный  
институт» МЧС Республики Беларусь, г.Минск*

Различие в прочностных характеристиках при сжатии и растяжении может быть обусловлено как особенностями внутреннего строения композитного материала, так и технологическими особенностями производства. Очевидно, что при испытаниях на растяжение использовали пластины из композитного материала, армированные плоскими холстами из стекловолокна, образующими своеобразный композитный «пирог» [1]. При испытаниях на сжатие использовали стержни, армированные волокнами, ориентированными вдоль оси стержня [2], равномерно распределенные по сечению (см. рисунок 1).



Рис. 1 – Общий вид прочностных испытаний в нормальных условиях

Приведенные предположения подтверждаются также характером разрушения образцов. При растяжении разрушение материала проходило в результате образования поперечной трещины в полимерной матрице, что приводило к проскальзыванию слоев стекловолокна относительно трещины с последующим расслоением «пирога» и разрывом стекловолокна, не связанного полимерной матрицей. При сжатии разрушение сопровождалось расслоением образца на отдельные композитные стержневые элементы без расслоения на матрицу/стекловолокно. Указанные процессы, только при значительно меньших напряжениях наблюдались и при испытаниях в поперечном направлении.

Прочностные испытания образцов композитного материала при повышенной температуре (температура составляла не менее 150 °С) показали, что характер разрушения материала как при сжатии, так и при растяжении сохраняется аналогичным нормальным условиям, но при меньших напряжениях. При этом, как это выявлено при испытаниях на установке с

моделированием теплового потока пожара, при повышенной температуре изофталевый полимер проявляет терморактивные свойства, т.е. не подвержен размягчению. Деформации разрушения при повышенной температуре, как правило, были ниже деформаций при нормальных условиях.

Снижение предельных напряжений и деформаций при повышенной температуре во многом обусловлено сложными процессами теплового расширения с частичной термоусадкой слоев, подвергшихся поверхностному пиролизу, что в конечном итоге сказалось на адгезии волокон и полимера.

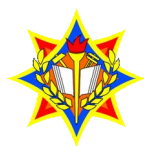
Таблица 1 – Результаты прочностных испытаний композитного материала

		Растяжение		Сжатие	
		вдоль волокон	поперек волокон	вдоль волокон	поперек волокон
Прочность, МПа	20 °С	380,0	120,0	200,0	30,0
	150 °С	240,0	40,0	55,0	–
Модуль упругости, ГПа	20 °С	9,0	2,0	1,9	0,6
	150 °С	6,3	0,6	1,2	–

Обработка данных серии экспериментальных исследований по оценке прочности и деформативности композитного материала на основе изофталевой смолы, армированного стекловолокном, показала, что как при нормальных условиях прочность образцов на растяжение приблизительно в два раза превышала прочность образцов на сжатие[3]. Кроме того, материал проявил существенную анизотропию свойств – прочность на сжатие и растяжение вдоль волокон приблизительно в 2...3 раза превышала соответствующую прочность поперек волокон. Провести испытания в третьем направлении, поперек слоев стекловолокна не представлялось возможным ввиду ограниченной номенклатуры изделий, представленных на испытания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 4651-82. Государственный стандарт союза ССР. Пластмассы. Метод испытания на сжатие. – Введ. 01.07.1983г. – М. : ИПК издательство стандартов, 1982. – 8 с.
2. ГОСТ 11262-80. Государственный стандарт союза ССР. Пластмассы. Метод испытания на растяжение. – Введ. 13.10.1986г. – Взамен ГОСТ 11262. – 76. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 16 с.
3. ГОСТ 8-207-76 Межгосударственный стандарт. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. – Введ. 01.01.1977 – М. : Издательство стандартов, 1977 – 10 с.



## **РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ВРЕМЕННОЙ ПОЖАРНОЙ НАГРУЗКИ ПРИ РАСЧЕТЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОЖАРА ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ КАТЕГОРИИ В1**

*Жамойдик С.М., Немурова А.Г.*

*Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь, г. Минск*

Область применения незащищенных металлоконструкций ограничена зданиями VII-VIII степени огнестойкости, в виду их быстрого прогрева до критических температур [1]. Для расширения области применения металлоконструкций применяют огнезащиту, что значительно увеличивает стоимость строительства зданий с применением металлоконструкций.

Согласно примечанию 7 к таблице 4 [1] в зданиях всех степеней огнестойкости в качестве несущих элементов и наружных ограждающих конструкций (за исключением противопожарных преград) здания допускается применять незащищенные стальные конструкции при условии, что температура на элементах конструкций, определенная в соответствии с СТБ 11.05.03, в течение времени, соответствующего требуемому пределу огнестойкости, не превысит 500 °С. Таким образом, для оптимизации затрат на строительство зданий с применением стальных конструкций производят расчет температурного режима пожара по приложению К [2].

Одним из главных факторов, влияющих, на температурный режим пожара, является величина пожарной нагрузки. Подходы к определению пожарной нагрузки изложены в [3, 4], однако определение временной пожарной нагрузки для помещения категории В1 по взрывопожарной и пожарной опасности имеет свои особенности.

В помещениях категории В1 установлено только минимальное значение удельной пожарной нагрузки (п. 5.3.1, табл. 2 [5]). В данной ситуации определение максимального значения на основании удельного значения количества пожарной нагрузки не представляется возможным, так как отсутствует максимальное значение как для помещений категорий В2-В4 и Д.

В свою очередь пожарная нагрузка влияет на минимальную продолжительность начальной стадии пожара и на характерную продолжительность объемного пожара при расчете температурного режима пожара (далее ТРП). При проведении практических расчетов ТРП возможность определения максимального значения среднеобъемной температуры в помещении, поверхностей стен и перекрытий ограничена диапазоном характерной продолжительности пожара от 0,15 до 1,22 часа (п. 5.4, прил. К, п.К.2.2. [2]). В случае, когда характерная продолжительность пожара превышает значение 1,22 часа принимаем характерную продолжительность пожара, время достижения максимальной усредненной температуры поверхности стен и перекрытий равной 1,22 часа, максимальную среднеобъемную температуру пожара 1000°С, среднюю температуру

поверхности перекрытий 980°C, среднюю температуру поверхностей стен 850°C.

Поэтому в практических расчетах мы предлагаем принимать такое количество пожарной нагрузки для помещений категории В1, при котором начальная стадия пожара (далее НСП) будет минимальной, а характерная продолжительность пожара более 1,22 часа.

На величину НСП согласно рис.Л2 [2] при объеме помещения менее 3000 м<sup>3</sup> влияют только объем помещения и его высота. Поэтому в расчете предлагается принимать такое количества пожарной нагрузки, при котором характерная продолжительность пожара будет более 1,22 часа, а нахождение НСП не требуется.

Для помещений объемом более 3000 м<sup>3</sup> НСП определяется исходя из объема помещения, его высоты, а также количества пожарной нагрузки отнесенное к древесине. Исходя из высоты помещения по графику (рис. 2.4 [6]) определяется значение пожарной нагрузки, при которой НСП будет минимальной. Данное значение подставляется в расчет ТРП, получая значение характерной продолжительности пожара. Если данная величина превышает 1,22 часа, то найденное значение используется в дальнейшем при расчете.

Если при выбранном значении пожарной нагрузки характерная продолжительность пожара не превышает 1,22 час, то нагрузку необходимо увеличить, до такого значения при котором, характерная продолжительность пожара превысит значение 1,22 часа. В результате чего, дальнейшее увеличение количества пожарной нагрузки не будет оказывать влияния на результаты изменения температуры на поверхности стальных конструкций в диапазоне от 0,15 до 1,22 часа, поскольку после превышения значения характерной продолжительности пожара 1,22 часа для дальнейших расчетов подставляется 1,22 часа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-2.02-142-2011 «Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации».

2. СТБ 11.05.03 «Пожарная безопасность технологических процессов. Методы оценки и анализа пожарной опасности. Общие требования».

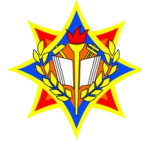
3. Немурова А.Г., Жамойдик С.М., Подходы к определению величины пожарной нагрузки при расчете температурного режима пожара / А.Г. Немурова, С.М. Жамойдик // Проблемы обеспечения безопасности людей при пожаре и взрыве : сборник материалов II международной заочной научно-практической конференции, Минск, 30 ноября, 2015 г. // – С. 52-53.

4. Жамойдик С.М., Немурова А.Г., Расчет величины временной пожарной нагрузки при расчете температурного режима пожара для помещений категории В1-В4, Д. / С.М. Жамойдик, А.Г. Немурова // Проблемы обеспечения безопасности людей при пожаре и взрыве : сборник материалов II международной заочной научно-практической конференции, Минск, 30 ноября, 2015 г. // – С. 40-41.



5. ТКП 474-2013. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Минск: утв. постановлением МЧС Республики Беларусь от 29.01.2013г. №4.

6. Молчадский И.С. Пожар в помещении. – М.: ВНИИПО, 2005. – 456 с.



## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СЛЕДОВ ТЕРМИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ ПРИ ВЫГОРАНИИ ЖИДКИХ ИНТЕНСИФИКАТОРОВ ГОРЕНИЯ

*Карпенко В.А, Ковалев А.И., Волосач А.В.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

При расследовании причин возникновения пожаров крайне важно обнаружить, оценить любой элемент, любое вещественное доказательство, которое поможет найти очаг, а затем причину пожаров. Таким, достаточно информационным элементом является анализ термического разрушающего воздействия, которому подверглось напольное покрытие или сам половой настил.

Чешко И.Д. указывает, что следы горения ЛВЖ и ГЖ на конструкциях имеют «достаточно специфические следы» [1 стр.255]: характерные прогары в конструкциях, образующиеся при горении жидкости в углублениях, щелях. В [1] указывается, что характерные пятна по форме соответствуют лужице разлившейся жидкости, образуются на сгораемых поверхностях, при выгорании этой жидкости.

Но каков вид этих «характерных пятен» указывается недостаточно четко. Есть только сведения о наличии четкой границы между обугленной зоной и не обгоревшей частью материала. Краткость в описании указанных пятен в [1] влечет за собой, разночтение и различное понимание указанной информации. Опрос, проведенный среди инспекторов надзора и профилактики городских (районных) отделов по ЧС, на понимание данной информации показал, что они представляют это следующим образом: в месте разлитой жидкости, особенно если это было какое-то углубление, образуется локальный прогар, причем, чем уровень жидкости был выше, тем более глубокий прогар должен быть в этом месте. Причем так ответили 96% из опрошенных инспекторов.



Рис. 1 - Вид термических поражений образца древесины

Однако при проведении опыта наблюдалась следующая картина. Температура горячей жидкости постепенно прогревается и доходит до температуры кипения, затем происходит ее кипение, в процессе которого температура жидкости поднимается по мере того, какие фракции успевают выгореть. Таким образом, слой ГЖ защищает древесину от воздействия теплового потока пламени, особенно в самой глубокой его точке, будет наблюдаться наименьшее поражение древесины (рисунок 1).

Следовательно, обнаруженные пятна прогаров на полу должны иметь убывающие по толщине обугленный слой к центру прогаров, причем в самом центре толщина обугленного слоя должна быть наименьшей. Но для более детального описания и разъяснения видов термических поражений при выгорании ЛВЖ и ГЖ необходимы дополнительные исследования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Чешко, И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие. М.: ВНИИПО, 2002. - 330с.



## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОГНЕЗАЩИТНОЙ СПОСОБНОСТИ ВНУТРЕННЕЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЕРЕГОРОДКИ С ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ МАТЕРИАЛОМ ИЗ МИНЕРАЛОВАТНЫХ ПЛИТ**

*Качкар Е.В. канд. техн. наук, доцен.*

*Черкасский институт пожарной безопасности имени героев Чернобыля,  
Украина*

Одним из материалов, которые используются для обеспечения огнестойкости внутренних ограждающих перегородок, являются минераловатные плиты, которые широко применяются в конструкциях современных зданий. При проектировании таких перегородок возникает необходимость знания характеристики ее огнезащитной способности – зависимости толщины перегородки от требуемого предела ее огнестойкости [1], что является в определенной мере проблемой, требующей применения теоретических и технических (экспериментальных) подходов ее решения. Наиболее эффективным подходом является расчетно-экспериментальный подход [1,2], в рамках которого характеристика огнезащитной способности определяется на основе температурных измерений при огневых испытаниях, расчетных математических моделей тепловых процессов в исследуемых огнезащитных конструкциях и решении прямых и обратных задач теплопроводности. Этот подход нашел достаточное развитие и применение для определения характеристик огнезащитной способности огнезащитных покрытий на металлических двухслойных конструкциях [3], однако требует теоретического и практического развития для многослойных огнезащитных конструкций, к которым относятся огнезащитные перегородки, состоящие из двух металлических листов с расположенным между ними теплоизоляционным материалом из минераловатных плит.

Одним из основных этапов определения характеристики огнезащитной способности огнезащитных материалов или конструкций является этап определения теплофизических характеристик (ТФХ) огнезащитных материалов, используемых в частности в многослойных перегородках. Экспериментальные значения температур в отдельных точках испытываемых образцов внутренних перегородок с огнезащитой из минераловатных плит, являются исходными данными для решения обратных задач теплопроводности. Традиционные методы определения ТФХ материалов (методы регулярного и монотонного нагревов и другие), как правило, не позволяют найти зависимости ТФХ минераловатных теплоизоляционных материалов, в широком диапазоне температур (от 20 до 1000 °С и более) при стандартном температурном режиме. Поэтому, для определения ТФХ применяемых огнезащитных материалов, метод решения обратных задач теплопроводности является единственно приемлемым и возможным.

Определение эффективных коэффициентов теплопроводности и теплоемкости огнезащитных материалов, используемых во внутренних

оградительных перегородках, с помощью решения обратных задач на основе использования стандартных схем испытаний, остается актуальной задачей, решение которой для конкретного материала позволяет проводить дальнейший расчет по определению характеристики огнезащитной способности.

Целью работы является получение характеристики огнезащитной способности внутренней трехслойной перегородки, состоящей из двух металлических листов с расположенным между ними теплоизоляционным материалом из минераловатных плит Rockwool.

Характеристика получена на основе огневых испытаний, разработанной математической модели тепловых процессов в перегородке и решении прямых и обратных задач теплопроводности.

Схема проведения испытаний. Для проведения испытаний использовались следующие средства: огневая печь, испытываемые образцы, измерительные устройства, оборудование для фотосъемок. Печь обеспечивала стандартный температурный режим и избыточное давление в её рабочем пространстве в соответствии с ДСТУ [4].

Испытуемый образец – не несущая стена (рис.1) из трехслойных стеновых панелей с минераловатным заполнением (ширина 1200 мм, толщина 60, 80, 100 и 150 мм).

Каждый образец выполнен из трех панелей при условии обеспечения двух вертикальных (для перегородки 100 мм – горизонтальных) стыков длиной 3200 мм. Панели скреплены саморезами на двух горизонтально расположенных гнутых П-образных профилях размерами 100x100x3 мм, расстояние между профилями 1м. На стыках панелей перед их стягиванием проложена лента из базальтовой плиты ROCKMIN. Каждый образец обрамлен по контуру П-образным профилем из оцинкованной стали толщиной 2 мм.

Панель выполнена из двух стальных оцинкованных листов толщиной 0,5 мм с нанесением лакокрасочного покрытия, между которыми расположена минераловатная теплоизоляционная плита.

Физическая модель. Перегородка состоит из трех слоев толщиной  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  (рис. 1). Наружные металлические слои одинаковой толщины  $\delta_1 = \delta_3 = 0,5$  мм. Общая толщина перегородки  $X = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$ . При испытании левая поверхность перегородки ( $x=0$ ) нагревается конвективно-радиационными механизмами теплообмена от горячих газов в печи с температурой  $T_{C1}$ , близкой к кривой стандартного пожара [3,4]. Правая поверхность ( $x=X$ ) охлаждается конвекцией в окружающий воздух с температурой  $T_{C2} = 20$  °С. Внутри перегородки тепло передается теплопроводностью от металлического листа слева к минераловатной плите (слою) и далее через правый металлический лист в окружающий воздух. Принимается условие идеального теплового контакта между отдельными слоями перегородки. Теплопроводность через П-образные профили, периодически, с шагом 1м, соединяющие металлические листы между собой, в модели будет учитываться в эффективных теплофизических характеристиках минераловатного заполнения.

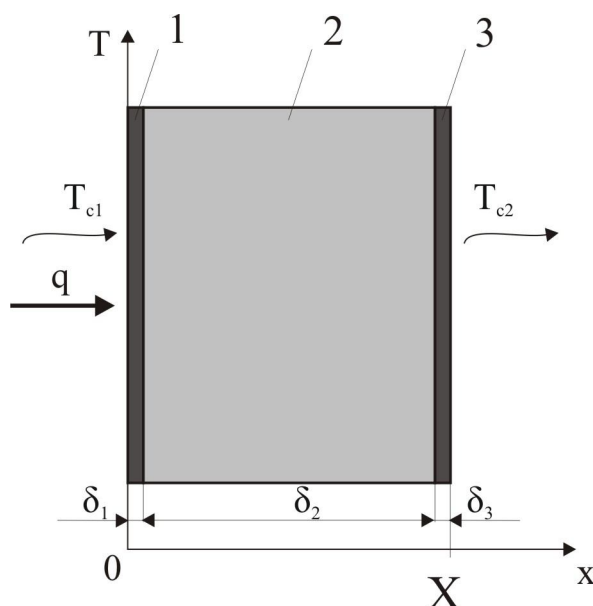


Рис. 1 – Схема исследуемой трехслойной перегородки, 1,3 – металлические листы; 2 – слой минераловатного теплоизоляционного материала

Исследуемые минераловатные плиты являются гидрофобным материалом и при огневом воздействии, в огнезащите из плит волокнистых материалов происходит дегидратация, но влияние этого процесса на ТФХ незначительное, так как содержание влаги составляет порядка 0,5-1%, поэтому форма и объем огнезащиты практически не изменяются. При открытом хранении, теплоизоляция Rockwool может иметь повышенную влажность более 1%, тогда при расчетах ТФХ материала влияние на теплоперенос испарения воды и сопровождающих испарение процессов массопереноса необходимо учитывать [5,6].

Математическая модель. На основе описанной выше физической модели процесса нестационарного теплообмена рассматриваемой трехслойной перегородки при огневом воздействии на нее слева ( $x=0$ ) и охлаждении справа ( $X=\delta_1+\delta_2+\delta_3$ ) можно записать следующую математическую модель:

$$c_v(x, T) \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda(x, T) \frac{\partial T}{\partial x} \right), \quad (1)$$

$$0 < x < X; T = T(x, t),$$

$$T(x, 0) = T_0,$$

$$c_v = \begin{cases} c_{vM}, & 0 \leq x \leq \delta_1, \delta_1 + \delta_2 \leq x \leq \delta_3 \\ c_{vИ}, & \delta_1 < x < \delta_2 + \delta_2 \end{cases},$$

$$\lambda = \begin{cases} \lambda_M, & 0 \leq x \leq \delta_1, \delta_1 + \delta_2 \leq x \leq \delta_3 \\ \lambda_{И}, & \delta_1 < x < \delta_2 + \delta_2 \end{cases}, \quad (2)$$

$$\lambda_M \frac{\partial T(0, t)}{\partial x} + \alpha^* [T_{C1}(t) - T(0, t)] = 0, \quad (3)$$

$$\alpha^* = \alpha_{C1} + \frac{C_0 \varepsilon}{T_{C1}(t) - T(0, t)} \left\{ \left[ \frac{T_{C1}(t)}{100} \right]^4 - \left[ \frac{T(0, t)}{100} \right]^4 \right\}, \quad (4)$$

$$\lambda_M \frac{\partial T(X, t)}{\partial x} = \alpha_{C2} [T(X, t) - T_{C2}]; \quad (5)$$

где  $C_V$  – удельная объемная теплоемкость,  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $T$  – температура,  $t$  – время,  $x$  – координата,  $\alpha_{C1}$  – коэффициент теплоотдачи от горячих газов к нагреваемой металлической поверхности,  $\alpha_{C2}$  – коэффициент теплоотдачи от металлической поверхности в воздух справа от перегородки,  $C_0$  – излучательная способность абсолютно черного тела ( $C_0 = 5,67$ ),  $\varepsilon$  – коэффициент излучения металлического листа перегородки;  $T_{C1}$  – температура горячих газов в печи при испытании;  $T_0 = 20$  °С – начальная температура перегородки перед испытанием; индексы "м", "и" определяют, что рассматриваемые параметры относятся к материалу слоя металла и слою минеральной ваты, соответственно. Коэффициент конвективного теплообмена от горячих газов в печи к нагреваемой поверхности образца  $\alpha_{C1}$  принимался равным 25 Вт/(м<sup>2</sup>·К), степень черноты нагреваемой поверхности (металлического оцинкованного листа, покрытого тонким слоем лака)  $\varepsilon = 0,65$ . Коэффициент конвективного теплообмена от металлического оцинкованного листа к окружающему воздуху  $\alpha_{C2}$  принимался равным 5 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Коэффициент теплопроводности  $\lambda_M$  металлического оцинкованного листа принимался равным 45 Вт/(м·К), а удельная объемная теплоемкость  $C_{VM} = 4 \cdot 10^6$  Дж/(м<sup>3</sup>·К).

Рассмотренная математическая модель (1)-(5) учитывает радиационно-конвективный теплообмен (3)-(4) между нагреваемой поверхностью перегородки и горячими газами печи и конвективный теплообмен между не обогреваемой поверхностью и окружающим воздухом (5).

Как указывалось выше, по мнению авторов, в математической модели при расчете теплофизических характеристик применяемых теплоизоляционных материалов

$\lambda_{И}$ , следует учитывать теплопроводность через металлические профили, придающие жесткость конструкции, которые имеют теплопроводность отличную (выше) от теплопроводности теплоизолятора. Наличие таких «тепловых мостиков» ухудшают предел огнестойкости исследуемой

конструкции, увеличивая интенсивность переноса тепла в местах закладки профилей и увеличивая эффективный коэффициент теплопроводности теплоизоляции  $\lambda_{\text{И}}$ .

Определение огнезащитной способности перегородки. В соответствии со схемой расчетно-экспериментального подхода [1-3], на первом этапе по данным температурных измерений, в ряде точек на поверхностях перегородки с помощью решения обратных задач, определяются эффективные коэффициенты теплопроводности и теплоемкости внутреннего слоя перегородки, состоящего из минераловатной плиты и металлических профилей. Используя математическую модель (1)-(5) и экстремальный алгоритм решения обратных задач теплопроводности [2], были рассчитаны ТФХ внутреннего слоя перегородки, представленные на рисунке 2.

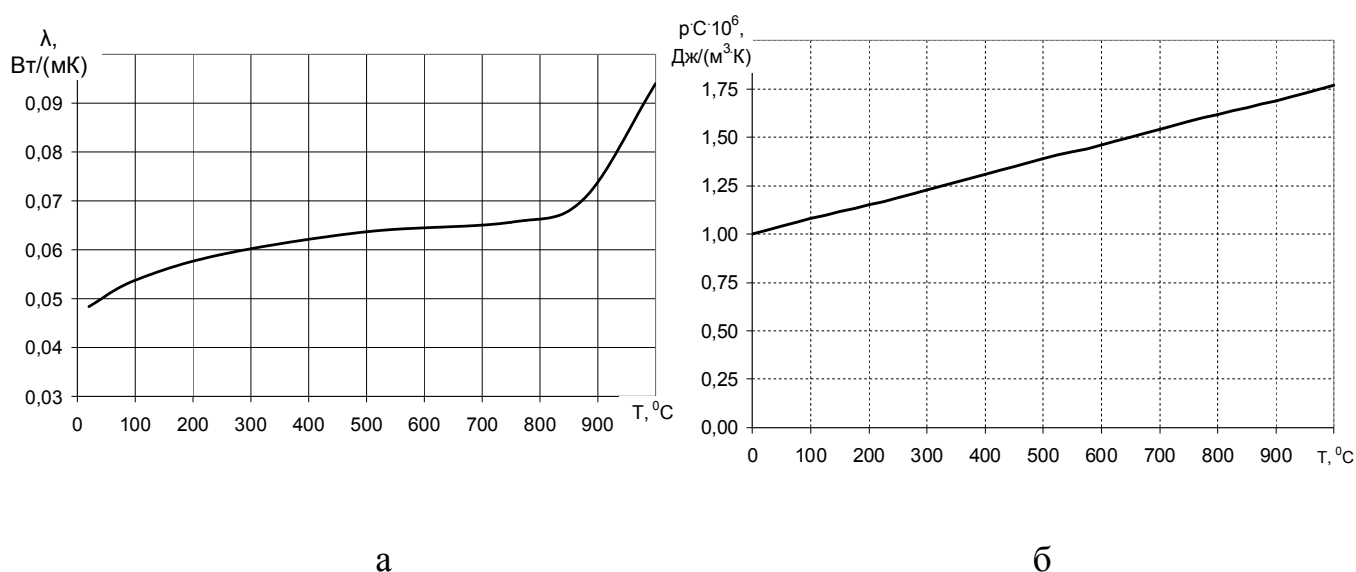


Рис. 2 – Зависимости эффективных коэффициентов теплопроводности (а) и объемной теплоемкости (б) внутреннего слоя перегородки от температуры

Более детальное описание алгоритма и особенностей определения ТФХ внутреннего слоя перегородки приведены в [7].

В соответствии со схемой расчетно-экспериментального подхода, на втором этапе по данным найденных ТФХ внутреннего слоя перегородки и решением серии прямых задач с различными толщинами внутреннего слоя, представляется возможным определение характеристики огнезащитной способности самой перегородки, представляющей собой зависимость минимальной толщины перегородки ( $b_{\text{с min}}$ ) от различных пределов огнестойкости конструкции  $t_{\text{н}}$  (рисунок 3). Критерием достижения различных пределов огнестойкости конструкции являлось достижение критической температуры 160 °С на необогреваемой стороне перегородки (рисунок 3).



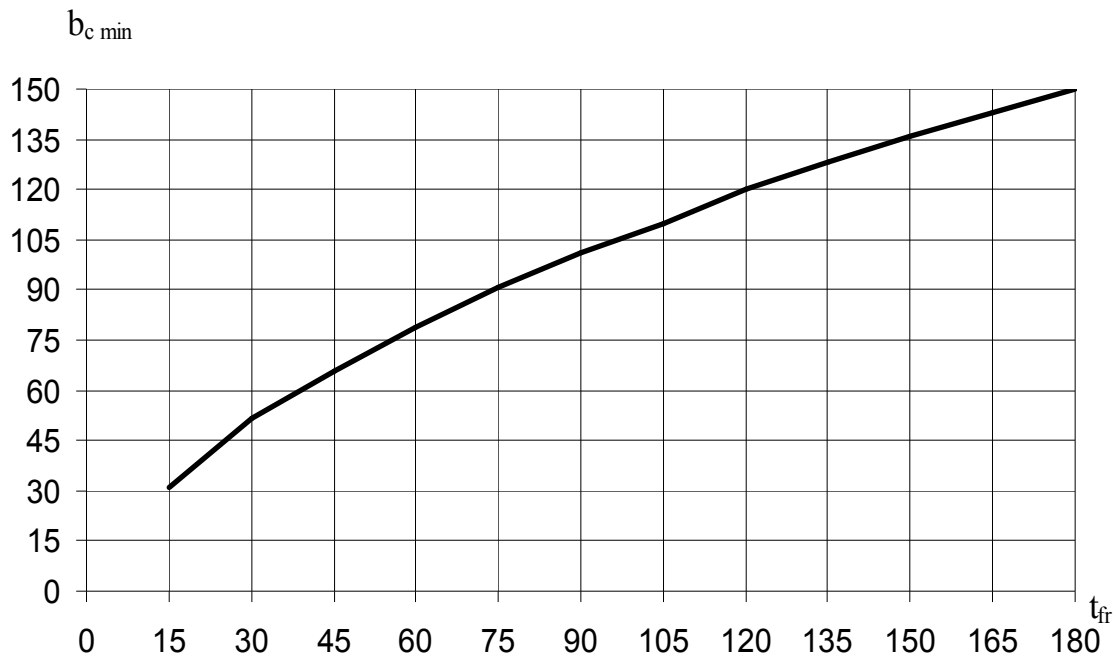


Рис. 3 – Характеристика огнезащитной способности исследуемой трехслойной перегородки

Для экспресс-определения зависимости толщины минераловатного теплоизоляционного материала от требуемого предела огнестойкости перегородки ниже представлена полиномиальная зависимость, аппроксимирующая кривую рис. 3.

$$b_{c \min} = 10^{-5} t_{fr}^3 - 0,0059 t_{fr}^2 + 1,425 t_{fr} + 12,151$$

где  $t_{fr}$  – предел огнестойкости конструкции, мин;  $b_{c \min}$  – толщина минераловатного теплоизоляционного материала, мм.

В заключение следует отметить важную методическую особенность полученного результата, которая состоит в том, что найденная характеристика огнезащитной способности перегородки справедлива только для данной конструкции перегородки со всеми ее особенностями (толщинами металлических слоев, размерами и шагом расположения металлических профилей). На первый взгляд, с одной стороны такая особенность сужает широту применения полученных результатов, но с другой стороны они могут применяться достаточно широко, поскольку конструкция исследуемой перегородки является типичной для перегородок с металлическими листами.

#### Выводы.

1. Рассмотрена математическая модель процесса нестационарного теплообмена рассматриваемой трехслойной перегородки при огневом воздействии на одну из ее сторон.

2. С помощью модели и расчетно-экспериментального подхода определена характеристика огнезащитной способности трехслойной перегородки, позволяющая выбрать оптимальную толщину минераловатного теплоизоляционного материала Rockwool, для заданного предела огнестойкости перегородки.

3. Найденная характеристика может быть использована для проектирования пассивных противопожарных перегородок на объектах строительства и позволит сократить расходы огнезащитного материала при её устройстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новак С.В., Харченко И.А., Хмельницкий В.В., Круковский П.Г. Математическое моделирование тепловых процессов в решении задач пожарной безопасности. – В кн. Проблемы пожарной безопасности. – Київ: МВС України, 1995. – С.349-351.

2. Круковский П.Г. Обратные задачи тепломассопереноса (общий инженерный подход). – Киев: Институт технической теплофизики НАН Украины, 1998. – 224 с.

3. Цвиркун С.В., Круковский П.Г. “Определение теплофизических характеристик огнезащитных покрытий по данным огневых испытаний”, Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. трудов АГЗУ. – Вып.16.- Харьков, 2004.- С.240-247.

4. ДСТУ Б В. 1.1-15-2007 «Защита от пожара. Перегородки. Метод испытания на огнестойкость. Общие требования».

5. Страхов В.Л., Крутов А.М., Давыдкин Н.Ф. Огнезащита строительных конструкций /Под редакцией Ю.А. Кошмарова. – М.: Информационно-издательский центр «ТИМР», 2000. – С.196.

6. ГОСТ 9573-96 Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия.

7. Качкар Е.В., Цвиркун С.В., Григорьян Б.Б. К вопросу определения минимальной толщины огнезащитного слоя теплоизоляционного материала от требуемого предела огнестойкости конструкции// Науковий вісник УкрНДІПБ. – К., 2008, № 1 (17). – С. 63-72.



## **К ВОПРОСУ ВЫЯВЛЕНИЯ СЛЕДОВ БОЛЬШИХ ПЕРЕХОДНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПОСЛЕ ПОЖАРА**

*Кондратенко И.В., Кравцов А.П., Волосач А.В.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Безопасная эксплуатация промышленных предприятий, объектов сельского хозяйства, зданий общественно назначения, жилых домов во многом зависит от технического состояния электрооборудования, электроустановок и электроприборов.

Согласно [1] выделяют следующие основные пожароопасные аварийные режимы в электросетях и установках, которые могут привести к возникновению горения: полное (металлическое) короткое замыкание, неполное короткое замыкание, перегрузка, большое переходное сопротивление, вихревые токи, искрение.

Большим переходным сопротивлением, или «плохим контактом», называют аварийный пожароопасный режим, возникающий при переходе электрического тока с одного проводника на другой [1]. Одной из причин возникновения аварийных режимов в электрооборудовании и технологических установках является выделение тепла в контактных переходах электрических цепей. Излом провода, дефекты токопроводящих шин, жил проводов и кабелей, старение электрических контактных соединений, некачественная сборка контактных узлов способствуют возникновению длительных устойчивых тепловых режимов, приводящих к разрушению изоляции и защитных оболочек, загораниям.

Большое переходное сопротивление - одно из наиболее распространенных пожароопасных режимов в электросетях. Вероятными источниками зажигания при этом режиме являются нагретые проводники, электрическая дуга, раскаленные или горящие частицы.

Существуют ситуации, когда следы локального нагрева, возникающего при большом переходном сопротивлении, видны невооруженным глазом, и зафиксировать их наличие несложно. Однако в большинстве случаев выявление и фиксация после пожара следов большого переходного сопротивления представляет нелегкую задачу. Работникам ОПЧС, которые проводят дознание по делам о пожарах, при поисках следов большого переходного сопротивления приходится действовать интуитивно, так как непонятно, что собственно необходимо искать, какими методами и техническими средствами. Не определено, какие выявленные следы могут рассматриваться в качестве квалификационных признаков большого переходного сопротивления, насколько они способны сохраняться и видоизменяться в ходе пожара. Это приводит к тому, что на практике следы данного пожароопасного режима, как правило, не выявляются, его причастность к возникновению пожара не доказывается. А ведь по мнению специалистов, большое переходное

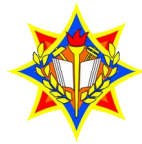
сопротивление - одна из наиболее распространенных «электротехнических» причин пожаров, гораздо более частая, нежели другие [2].

В Республике Беларусь на настоящий момент не достаточно полно изучен механизм возникновения и протекания больших переходных сопротивлений как пожароопасного аварийного режима и, следовательно, требуются дополнительные исследования в данной области.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мыльников, М.Т. Общая электротехника и пожарная профилактика в электроустановках: Учебник для пожарно-технических училищ / М.Т. Мыльников. - М. : Стройиздат, 1985. - 311 с.

2. Смелков, Г.И. Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электротехнических устройствах / Г.И. Смелков, А.А. Александров, В.А. Пехотиков; - М.: Стройиздат, 1980.-58 с.



## **ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ**

*Кондратович А.В., Волосач А.В.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Мониторинг – форма контроля (надзора), заключающегося в наблюдении, анализе, оценке, установлении причинно-следственных связей, применяемая контролирующими (надзорными) органами в целях оперативной оценки фактического состояния объектов и условий деятельности субъекта мониторинга (далее – субъект) на предмет соответствия требованиям законодательства, выявления и предотвращения причин и условий, способствующих совершению нарушений, без использования полномочий, предоставленных контролирующим (надзорным) органам и их должностным лицам для проведения проверок форма контроля.

В руководящих документах (Методическое пособие по осуществлению государственного пожарного надзора и Положении о порядке проведения мониторинга) не указана периодичность и сроки проведения мониторинга объектов.

О проведении мониторинга инспектор ОНиП узнаёт только в минимальный срок до начала проведения и не имеет возможности ознакомиться со спецификой объекта.

При проведении мониторинга руководитель объекта не знает о его проведении и, как следствие, в большинстве случаев он и ответственные должностные лица отсутствуют на рабочих местах, и провести мониторинг в полном объеме не представляется возможным.

В ходе мониторинга проверяется только противопожарный режим общедоступных мест без применения мер административного воздействия. Организации, у которых нет таких мест, имеют право отказать в доступе в свои помещения.

В случаи выявления нарушений противопожарного режима виновные лица к административной ответственности не привлекаются, а вручаются только рекомендации по устранению и недопущению недостатков, а в случаи угрозы национальной безопасности, вреда жизни и здоровья людей, окружающей среды- так же выносятся требование о запрещении эксплуатации.

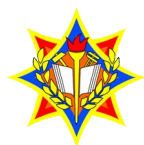
Для качественного проведения мониторинга объектов, на мой взгляд, необходимо до начала проведения уведомить руководителя организации с целью обеспечения доступа во все помещения объекта и нахождение должностных лиц на рабочих местах. Особое внимание уделить обучению работников организации мерам пожарной безопасности с практической отработкой правил пользования первичными средствами пожаротушения и плана эвакуации на случай возникновения пожара, доведение информации о пожарах и чрезвычайных ситуациях на территории Республики Беларусь с

демонстрацией обучающего видеофильма (по возможности) по предупреждению пожаров и гибели людей от них.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Указ Президента Республики Беларусь 16 октября 2009 г. N 510 «О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь».

2. Указ Президента Республики Беларусь 16.10.2009 №510 (в редакции Указа Президента Республики Беларусь 26.07.2012 №332) об утверждении Положения о порядке проведения мониторинга.



## ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЭКРАНИРОВАНИЯ ДЫМОВОГО ПОЖАРНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ

*Коцуба А.В., Нощенко А.Л., Первененок Д.Л.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Задача достоверного обнаружения пожара средствами автоматической пожарной сигнализации на важных промышленных, общественных и транспортных объектах в настоящее время чрезвычайно актуальна. Ложные срабатывания средств пожарной автоматики причиняют экономический ущерб предприятию, а в некоторых случаях приводят к травмам и человеческим жертвам [1].

Любая система пожарной сигнализации даже при минимальной конфигурации должна содержать автоматические пожарные извещатели, включенные в шлейфы сигнализации и приемно-контрольный прибор с сетевым и резервным источниками питания. Каждая из этих составных частей в процессе эксплуатации подвергается воздействию помех естественного и искусственного происхождения: электростатическими разрядами во время грозы, сетевыми помехами, электромагнитными помехами (импульсными и непрерывными). Импульсные помехи возникают при включении и выключении различного оборудования, непрерывные - при работе различных радиопередающих устройств, в том числе при работе сотовых телефонов. Воздействие импульсных помех на систему пожарной сигнализации может привести к полному или частичному отказу аппаратуры [2].

Как альтернативу металлическим экранам, применяют пластмассовые корпуса с нанесенным на поверхность слоем металла. В настоящее время наносят слой алюминия, толщиной 1-10 мкм. Такое экранирующее покрытие, особенно при низких частотах электромагнитного поля, имеет низкую экранирующую способность и это, зачастую, приводит к низкой конкурентоспособности всего электронного объекта.

Экранирующая способность металлического экрана определяется его электропроводностью, магнитной проницаемостью и толщиной экрана. Чем выше эти величины, тем выше экранирующая способность металлического экрана. Если переходить от сталей к чистым металлам с высокой электропроводностью типа медь или серебро, то электропроводность можно увеличить лишь на один порядок. В то же время, если относительная магнитная проницаемость меди равна 1-2, то относительная магнитная проницаемость сплавов Fe-Si, Ni-Fe и других может достигать значений 100 000 и более. Таким образом, применив в такие сплавы, можно увеличить экранирующую способность покрытия на 3-5 порядков. Совместить в одном материале так, чтобы он обладал одновременно высокими электропроводностью и относительной магнитной проницаемостью практически невозможно. Следовательно, экранирующее покрытие должно быть многослойным. Так слой

алюминия придаст покрытию необходимую электропроводность, а слой из трансформаторной стали – необходимую относительную проницаемость [3-6].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Малышев К.С. Исследование ложных факторов пожара // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2.
2. Неплохов И.Г. Пожарная защита в условиях электромагнитных помех: Электронный ресурс.: СтройПРОФИЛЬ -Электрон, журн. 2003. - №1. - Режим доступа к журн.: <http://www.stroyprofile.com>.
3. Средства защиты в машиностроении. Справочник. Под ред. С.В. Белова.–М.:1989. — 368 с.
4. Розбери Ф. Справочник по вакуумной технике и технологии. – М.: Энергия, 1972. — 456 с.
5. Данилин Б.С. Применение низкотемпературной плазмы для нанесения тонких пленок. – М.: Энергоатомиздат, 1989. — 328 с.
6. Мрочек Ж.А., Эйзнер Б.А., Марков Г.В. Основы формирования многокомпонентных вакуумных электродуговых покрытий. – Минск: Наука и техника, 1991. — 96 с.





## АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА УДЕЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ НАГРУЗКИ

*Коцуба А.В., Круглик Д.В. Куленок А.В.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Пожарная нагрузка помещения (здания, сооружения) - это вещества, материалы, оборудование и конструкции, имеющиеся в данном помещении (здании, сооружении), которые при пожаре могут гореть.

Удельная пожарная нагрузка выражается в массе или в энергии тепловыделения пожарной нагрузки, отнесенная к единице площади пола. Данные показатели имеют большое значение при проектировании, реконструкции, эксплуатации зданий и сооружений различного функционального назначения всех отраслей экономики и хозяйствующих субъектов всех форм собственности, а также при разработке и изменении технических нормативных правовых актов системы технического нормирования и стандартизации.

Важное значение для категорирования помещений и зданий (пожарных отсеков) классов функциональной пожарной опасности Ф5.1, Ф5.2, Ф5.3 [1] по взрывопожарной и пожарной опасности [2] имеет показатель удельной временной пожарной нагрузки - часть пожарной нагрузки, которая изменяется в процессе эксплуатации помещения, здания, сооружения, выраженная в массе или в энергии тепловыделения, отнесенная к единице площади пола. Определение пожароопасной категории помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки на любом из участков с приведенной табличной величиной удельной пожарной нагрузки.

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка  $Q$ , МДж, определяется из соотношения

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_{ii}^P, \quad (1)$$

где  $G_i$  — количество  $i$ -го материала пожарной нагрузки, кг;

$Q_{ii}^P$  — низшая теплота сгорания  $i$ -го материала пожарной нагрузки, МДж·кг<sup>-1</sup>.

Удельная временная пожарная нагрузка  $g$ , МДж·м<sup>-2</sup>, определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (2)$$

где  $S$  — площадь размещения пожарной нагрузки, определяется как ее линейная проекция на пол в пределах пожарного участка (не менее  $10 \text{ м}^2$  и не более площади помещения),  $\text{м}^2$ .

При наличии в технологическом оборудовании ЛВЖ, ГЖ площадь размещения пожарной нагрузки определяется с учетом следующих предпосылок:

- в процессе аварии все содержимое аппарата поступает в помещение;
- под площадью размещения пожарной нагрузки понимается площадь разлива ЛВЖ, ГЖ, ограниченная бортиками, поддонами, сливными емкостями и др. [1].

Согласно [3], при определении удельной временной пожарной нагрузки следует учитывать назначение помещения, применяемое оборудование и мебель, их возможные изменения в течение времени, неблагоприятные воздействия (увеличение складских запасов, установку дополнительных стеллажей и др.), а также возможное изменение назначения помещения.

Допускается сбор данных о величине удельной временной пожарной нагрузки производить на существующем сопоставимом объекте.

Удельную временную пожарную нагрузку по [3] определяют аналогично, как и в [2]:

$$\rho_n = \frac{\sum_{i=1}^j M_i H_i}{S}; \quad (3)$$

где  $M_i$  — масса  $i$ -го вещества или материала, кг;

$H_i$  — низшая теплота сгорания  $i$ -го вещества или материала,  $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;

$S$  — площадь участка размещения пожарной нагрузки,  $\text{м}^2$ ;

$j$  — количество видов веществ и материалов временной пожарной нагрузки;

$k$  — количество видов веществ и материалов постоянной пожарной нагрузки.

В [2] применена ссылка на [3] по расчету пожарной нагрузки, при этом масса и низшая теплота сгорания вещества или материала имеют разное буквенное обозначения, что имеет некоторые неудобства при расчетах.

Согласно [3] в расчетную пожарную нагрузку допускается не включать вещества и материалы с низшей теплотой сгорания менее  $3 \text{ МДж/кг}$  массой до  $10 \text{ кг}$  и с общей расчетной пожарной нагрузкой менее  $380 \text{ МДж}$  при условии, что расчетная пожарная нагрузка не превышает  $15 \text{ МДж/м}^2$ . В [2] такие ограничения не указываются.

Для помещений различного функционального назначения, перечисленных в таблице 1 [3], удельная пожарная нагрузка не может быть менее приведенных значений.

Анализируя технические нормативные правовые акты, можно прийти к выводу, что на практике данные значения могут иметь и меньшее значение,

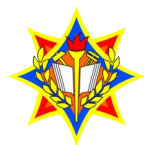
значимостью которых не стоит пренебрегать, а учитывать их с указанием максимально возможной величины для данной категории. Приведенные значения не учитывают постоянную пожарную нагрузку, коэффициент скорости сгорания веществ и материалов в зависимости от параметров зданий или их частей; коэффициент, отражающий наличие технических средств противопожарной защиты.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-2.02-142-2011 Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации // Консультант Плюс: Версия Проф. Технология 2016 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

2. ТКП 474-2013 Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности // Консультант Плюс: Версия Проф. Технология 2016 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

3. СТБ 2129-2010 Здания и сооружения. Порядок определения пожарной нагрузки // Консультант Плюс: Версия Проф. Технология 2016 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.



## ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМ РАБОТАМ В СТРАНАХ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА

*Макаревич Д.В., Маслакова Е.С., Коцуба А.В.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роца*

В различных отраслях промышленности большое внимание уделяется требованиям пожарной безопасности на объектах, как в режиме повседневной рабочей деятельности, так и при проведении строительно-монтажных работ (далее - СМР). Все объекты строительства, являются объектами повышенной опасности, поэтому в правилах пожарной безопасности предъявляются особые требования к данному виду деятельности. При проведении строительно-монтажных работ в некоторых странах Таможенного союза, из-за некоторых различий в правилах пожарной безопасности этих стран, возникает ряд несоответствия требований предъявляемых для проведения данных работ.

К примеру, в Республике Казахстан в требованиях к содержанию территории при проведении СМР до начала строительства на строительной площадке сносятся все строения и сооружения, находящиеся в противопожарных разрывах. При строительстве зданий с незащищенными несущими и ограждающими конструкциями из металлических листов со сгораемым утеплителем в проекте производства работ предусматриваются мероприятия по пожарной безопасности на всех этапах строительства. Производственные, складские и вспомогательные здания и сооружения на территории строительства располагаются в соответствии с утвержденным в установленном порядке генеральным планом, разработанным в составе проекта организации строительства [1].

В правилах пожарной безопасности Российской Федерации [2] и Республики Казахстан в отличие от правил пожарной безопасности Республики Беларусь [3] предъявляются требования к территории строительства площадью 5 гектаров и более где предусматриваются не менее двух въездов с противоположных сторон площадки. Дороги обеспечиваются покрытием, пригодным для проезда пожарных автомашин в любое время года. Ширина ворот для въезда предусматривается не менее 4 метров.

У въезда на строительную площадку устанавливаются (вывешиваются) планы с нанесенными строящимися и вспомогательными зданиями и сооружениями, въездами, подъездами, водоисточниками, средствами пожаротушения и связи.

В требованиях к хранению на открытых площадках горючих строительных материалов и изделий, а также оборудования и грузов в горючей упаковке указано что, материалы должны размещаться в штабелях или группах площадью не более 100 м<sup>2</sup> и высотой не более 2,5 м (в требованиях к проведению СМР в Российской Федерации и Республике

Казахстан есть отличие). Противопожарные разрывы между штабелями (группами) и от них до строящихся и временных зданий (сооружений) должны быть не менее 18 м (в Республике Беларусь), 24 м (в Российской Федерации и в Республике Казахстан).

В требованиях при проведении СМР Республики Беларусь к размещению временных мастерских и складов указано что, их возможно размещать в строящихся зданиях (сооружениях) не ниже IV степени огнестойкости и не выше 10-го этажа при условии выполнения требований [3]. Размещение административно-бытовых помещений допускается не выше 4-го этажа при условии обеспечения нормативного количества эвакуационных выходов. В Российской Федерации и в Республике Казахстан размещение мастерских и складов (за исключением складов горючих веществ и материалов, складов дорогостоящего и ценного оборудования, а также оборудования в горючей упаковке, производственных помещений или оборудования, связанных с обработкой горючих материалов) при условии соблюдения положений [1-2]. Размещение административно-бытовых помещений допускается в частях зданий, выделенных глухими противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа. При этом не должны нарушаться условия безопасной эвакуации людей из частей зданий и сооружений. Запрещается размещение временных складов (кладовых), мастерских и административно-бытовых помещений в строящихся зданиях, имеющих не защищенные от огня несущие металлические конструкции и панели с горючими полимерными утеплителями.

В отличие от предъявляемых требований в Российской Федерации и в Республике Казахстан в Республике Беларусь на территории строительных площадок, допускается нахождение (проживание) только тех рабочих которые, осуществляющих круглосуточное дежурство (охрану).

Отдельные блок-контейнеры, бытовые помещений, допускается располагать 2-этажными группами (требования Российской Федерации) не более 10 штук в группе и площадью не более 800 м<sup>2</sup>. От этих групп до других объектов допускается расстояние не менее 15 метров (для Российской Федерации) не менее 18 метров (для Республике Казахстан). Проживание людей в указанных помещениях на территории строительства не допускается.

Работы, связанные с применением взрывопожароопасных веществ и материалов, монтажом и применением теплоизоляционных горючих материалов, в том числе в конструкциях, должны выполняться по нарядам-допускам для Республики Беларусь, и по разрешению для Республики Казахстан, подписанным лицом, ответственным за пожарную безопасность на строительной площадке, и обозначаться предупредительной надписью «Огнеопасно применяются взрывопожароопасные вещества и материалы».

Работы по теплоизоляции конструкций зданий и устройству гидроизоляционного ковра на покрытии с применением горючих материалов следует производить захватками, площадь которых не должна превышать 500 м<sup>2</sup>. В Российской Федерации горючий утеплитель необходимо хранить вне

строящегося здания в отдельно стоящем сооружении или на специальной площадке на расстоянии не менее 18 метров от строящихся и временных зданий, сооружений и складов. В Республики Казахстан отдельно вынесли проведение СМР с применением трудногораемых утеплителей. Площадь работ по теплоизоляции которых не должна превышать 1000 м<sup>2</sup>.

Исходя из выше изложенного, необходимо внесение изменений и дополнений в действующие правила пожарной безопасности Республики Беларусь с учетом особенностей стран Таможенного союза.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Правила пожарной безопасности Республики Казахстан: [Электронный ресурс] утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан, 9 октября 2014г., №1077.– Режим доступа [http://base.spinform.ru/show\\_doc.fwx?rgn=71020](http://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=71020). – Дата доступа: 26.04.2016.

2. Правила противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] утв. Постановлением Правительства Российской Федерации, 25 апреля 2012 г., № 390.– Режим доступа <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102171363&rdk=&backlink=1>. – Дата доступа: 26.04.2016.

3. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь. ППБ Беларуси 01-2014: введ. 01.07.2014 г., – Минск: Энерго-пресс, 2014.-200 с.



## **СМОГ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА НАСЕЛЕНИЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Науменко В.С. Пестрак И.Г., Коцуба А.В.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Пожары в лесах на территории Республики Беларусь характеризуются не только значительным материальным и экологическим ущербом, привлечением на их ликвидацию большого количества людских ресурсов, специальной техники, а также приносят значительный ущерб здоровью и жизни населения, оказавшегося в зоне действия лесных пожаров.

Лесные пожары наносят не только прямой материальный ущерб, а также и косвенный, проявляющийся в снижении водорегулирующей, санитарно-гигиенической, эстетической и климатической роли природных экосистем.

Известно, что пожары в природных экосистемах характеризуются теми же опасными факторами, что и пожары в прочих природно-техногенных комплексах: открытое пламя и искры, пониженная концентрация кислорода, повышенная температура окружающей среды, токсичность продуктов горения, а также дым. Причем, характерной особенностью пожароопасных периодов последних лет явилось масштабное задымление многих крупных населенных пунктов продуктами термического разложения лесных горючих материалов, образование так называемого смога [1].

Как правило, на людей, находящихся в зоне пожара, могут действовать одновременно несколько факторов. Причем, если действие тепловых опасных факторов относительно быстротечно (период активного горения) и имеет ограниченный радиус (до нескольких десятков метров), то сформировавшиеся при пожарах зоны задымления могут охватывать многокилометровые территории и сохраняться в силу определенных погодных условий длительное время (до нескольких суток) [2].

Исследованиями последних лет, наряду с известными ранее факторами лесных пожаров, негативно влияющими на здоровье человека, был установлен и такой фактор, как «ингаляционное поражение», то есть поражение системы дыхания человека частицами дыма.

К сожалению, каких-либо специальных мероприятий и защитных средств по защите людей при возникновении смога над населенными пунктами, до этого в Беларуси не было предусмотрено. В Российской Федерации действуют Рекомендации по комплексам мероприятий защиты населения при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, разработанные МЧС РФ, в которых определен общий перечень мероприятий по защите населения от поражающих факторов лесных и торфяных пожаров и предложено 12 вариантов защиты [3].

Исходя из этих рекомендаций и существующей в Республике Беларусь концепции защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, для

эффективной минимизации последствий поражающих факторов природных пожаров, была разработана карта основных запасов лесных горючих материалов на территории Беларуси.

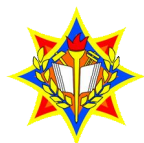
На основе анализа полученных данных, и разработанной карты основных запасов лесных горючих материалов на территории Беларуси, в том числе с учетом радиоактивного ее загрязнения после аварии на Чернобыльской АЭС предложены схемы возможного воздействия поражающих факторов смога лесных пожаров на территорию Беларуси и ее население, а также возможно комплексно оценить влияние поражающих факторов смога лесных пожаров, как на конкретный населенный пункт, так и на более значительные территории.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Усеня В.В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними:-Речица: КУПП “Титул”, 2003.-205с.

2. Абдурагимов А.В., Однолько И.Н. Опасности лесных пожаров // Наука и жизнь. - 1993. - № 2. - С. 42-45.

3. Рекомендации по комплексам мероприятий защиты населения при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. М.; ВНИИГОЧС, 1993. - 73с.





## ДИНАМИКА СРЕДНЕОБЪЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ В ГОРЯЩЕМ ПОМЕЩЕНИИ И КОРИДОРЕ НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПОЖАРА

*Осяев В.А.*

*Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь, г.Минск*

При проектировании противопожарной защиты зданий и сооружений требуется обеспечить безопасную эвакуацию людей до наступления критических значений опасных факторов пожара (ОФП) [1]. Оценка времени наступления ОФП может быть проведена на основе интегральной, зонной и полевой моделей пожара [2,3].

Наиболее простой и востребованной на практике является интегральная модель, позволяющая определить среднеобъемные значения параметров состояния среды в помещениях для любого момента времени. Однако проведение расчетов даже для этажа здания коридорной планировки (система горящее помещение – коридор) на основе интегральной модели трудоемко, так как предполагает решение системы дифференциальных уравнений.

Для снижения трудоемкости данных расчетов нами предложена разработка более простой методики для этажа здания коридорной планировки, основой которой являются не дифференциальные, а алгебраические уравнения. В общем случае эта задача достаточно сложна, так как требует рассмотрения каждого ОФП в отдельности. В связи с этим на первоначальном этапе мы остановились только на одном ОФП, а именно повышенной температуре газовой среды в помещениях.

В качестве основы для алгебраических уравнений нами взята система дифференциальных уравнений материального баланса и баланса энергии интегральной модели пожара для горящего помещения и коридора [4]. В результате ее решения, пренебрегая поступлением холодного воздуха из коридора в горящее помещение на начальной стадии пожара, нами получены формулы для плотности и температуры газовой среды в помещениях.

Дальнейшая их корректировка на основе данных натурных и лабораторных экспериментальных исследований [5,6] позволила получить алгебраические уравнения динамики среднеобъемной температуры в горящем помещении ( $t_1, ^\circ\text{C}$ ) и коридоре ( $t_2, ^\circ\text{C}$ ) и перепада давления в проеме ( $\Delta P, \text{Па}$ ) от следующих параметров: мощность очага пожара, объем помещений и геометрические размеры проема между ними:

$$t_1 = \alpha \cdot \frac{q \cdot \eta \cdot (1 - \varphi)}{V_1} \cdot \left( \frac{S_{\text{ид}} \cdot \mu}{V_1} \right)^{-0,5} + t_0, \quad (1)$$

$$\Delta P = \beta \cdot \exp\left(-\gamma \frac{B \cdot (y_{\text{A}} - y^*) \cdot \mu}{V_1}\right) \cdot \frac{q \cdot \eta \cdot (1 - \varphi)}{V_1}, \quad (2)$$

$$G_1 = \mu \cdot B \cdot (y_{\text{A}} - y^*) \cdot (2 \cdot \varepsilon \cdot \Delta P / (\omega + t_1))^{0,5}, \quad (3)$$

$$t_2 = \alpha \cdot \frac{G_1 \cdot \tilde{N}_p \cdot (t_1 - t_0)}{V_2} \cdot \left(\frac{B \cdot (y^* - y_i) \cdot \mu}{V_2}\right)^{-0,5} + t_0, \quad (4)$$

где  $\alpha = 6,5$  – коэффициент,  $\text{К} \cdot \text{м}^{2,5} \cdot \text{с} / \text{кДж}$ ;

$q$  – мощность очага пожара, кВт;

$\eta$  – коэффициент полноты сгорания пожарной нагрузки;

$\varphi$  – коэффициент теплопотерь;

$V_1$  – объем горящего помещения,  $\text{м}^3$ ;

$S_{\text{пр}}$  – площадь дверного проема,  $\text{м}^2$ ;

$\mu$  – коэффициент расхода проема;

$t_0$  – начальная температура газовой среды в горящем или смежном помещениях,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\beta = 0,234$  – коэффициент,  $\text{с} \cdot 10^{-3}$ ;

$\gamma = 12$  – коэффициент, м;

$B$  – ширина проема, м;

$y_{\text{В}}$  – верхняя граница проема, м;

$y^*$  – высота плоскости равных давлений в проеме, м;

$\varepsilon = 353$  – коэффициент,  $\text{кг} \cdot \text{К} / \text{м}$ ;

$\omega = 273$  – коэффициент пересчета температуры из шкалы Цельсия в шкалу Кельвина,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$C_p$  – удельная изобарная теплоемкость,  $\text{кДж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$ ;

$V_2$  – объем смежного помещения,  $\text{м}^3$ ;

$y_{\text{Н}}$  – нижняя граница проема, м.

Проведенное компьютерное моделирование по полевой модели пожара с использованием специализированного программного комплекса Fire Dynamics Simulator [7] позволило определить область применения предложенных нами уравнений (1) – (4).

На основе расчетов FDS получено, что предложенные алгебраические уравнения с достаточной для инженерных расчетов точностью позволяют рассчитать динамику среднеобъемной температуры газовой среды на начальной стадии пожара при длине коридора не более 60 м, а также стать основой для полноценной инженерной методики определения времени наступления ОФП в зданиях коридорной планировки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность: ТР 2009/013/ВУ. – Введ. 01.08.2010. – Минск: Совет Министров Республики Беларусь: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2012. – 44 с.

2. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004–91. – Введ. 01.07.92. – М: Комитет стандартизации и метрологии СССР: Министерство внутренних дел СССР, Министерство химической промышленности СССР, 1996. – 83 с.

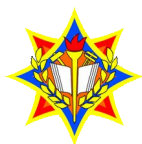
3. Кошмаров, Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении / Ю.А. Кошмаров. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.

4. Кузьмицкий, В.А. Опасные факторы пожара на начальной стадии в смежном помещении в рамках интегральной модели / В.А. Кузьмицкий, И.И. Полевода, В.А. Осяев // Вестник КИИ МЧС Республики Беларусь. – 2011. – № 1 (13). – С. 105–109.

5. Осяев, В.А. Характеристики газообмена через проем между двумя помещениями на начальной стадии пожара / В.А.Осяев // Вестник КИИ МЧС Республики Беларусь – 2013. – №2(18) – С. 105–109.

6. Осяев, В.А. Методика оценки времени наступления критической температуры в горящем и смежном помещении для начальной стадии пожара / В.А. Осяев, В.А. Кудряшов // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2015. – № 1 (37). – С. 96–103.

7. Осяев, В.А. Расчеты динамики пожара на начальной стадии для двух смежных помещений с помощью программного комплекса FDS: сопоставление с экспериментальными данными / В.А. Осяев, В.А. Кузьмицкий, В.А. Кудряшов // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2015. – № 1 (37). – С. 87–95.



## **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОЦЕССОВ ОКРАСКИ.**

*Папенко Д.Г., Папенко К.Ф., Абдрафиков Ф.Н.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Процессы окраски имеют широкое распространение во всех отраслях промышленности. Окраска применяется для защиты изделий от коррозии и гниения и придания им красивого внешнего вида. Процессы окраски и сушки, как правило, характеризуются высокой пожарной опасностью.

Окрасочные работы – это нанесение окрасочных составов на поверхности изделий с целью увеличения срока их службы и придания им соответствующего внешнего вида

Требования при проведении процессов окраски лакокрасочными материалами:

– окраска с применением покрытий на нитрооснове, бензине и других легковоспламеняющихся (горючих) жидкостей, должна производиться в отдельных помещениях или на обособленных производственных участках, обеспеченных эффективными средствами пожаротушения и путями эвакуации;

– не допускается применение лакокрасочных материалов и растворителей неизвестного состава. На каждой бочке, банке, бидоне и другой таре с лакокрасочным материалом, растворителями и т. п., должна быть наклейка или бирка с точным названием и обозначением этих материалов;

– лакокрасочные материалы к рабочим местам должны подаваться в готовом к употреблению виде в закрытой таре, а при потреблении более 200 кг в смену – централизованным способом, по трубам;

– окрасочные работы должны производиться только при действующей приточной и вытяжной вентиляции с местными отсосами от окрасочных шкафов, ванн, камер и кабин;

– вентиляционные агрегаты окрасочных камер должны быть заблокированы с устройствами, подающими лакокрасочные материалы или сжатый воздух к краскораспылителю: при прекращении работы вентиляции отключается подача краски, останавливается движение конвейера;

– вытяжную вентиляцию окрасочных шкафов, камер и кабин не разрешается эксплуатировать без водяных оросителей (гидрофильтров) или других эффективных устройств для улавливания частиц горючих красок и лаков;

– воздуховоды вентиляционных систем, окрасочные кабины должны своевременно очищаться от горючих материалов (для облегчения очистки камер от осадков красок и лаков их следует покрывать тонким слоем тавота или составом ПС – 40);

– при пневматическом распылении, во избежание излишнего

туманообразования, необходимо контролировать правильность работы краскораспылителей;

– пролитые на пол лакокрасочные материалы и растворители следует немедленно убирать при помощи опилок, воды и др. Мытье полов, стен и оборудования горючими растворителями запрещается;

– тара из-под лакокрасочных материалов должна быть плотно закрыта, и храниться на специальных площадках вдали от производственных помещений;

– во избежание искрообразования при очистке поверхности от отложений нитрокрасок скребки должны быть изготовлены из цветного металла;

– в окрасочных цехах, краскоприготовительных отделениях не допускается производить работы, связанные с применением открытого огня и искрообразованием.

В настоящее время участились случаи использования растворителей неизвестного производства и состава, в результате которого происходит их отложение на внутренней поверхности воздухопроводов вентиляционных систем и окрасочных кабин с последующим воспламенением. В целях экономии денежных средств в некоторых организациях имеются случаи демонтажа систем автоматики с устройствами, подающими лакокрасочные материалы или сжатый воздух к краскораспылителю и работа продолжается в аварийном режиме, что может привести к тяжелым последствиям.

На наш взгляд необходимо ввести обязательное страхование организаций в случае возникновения чрезвычайной ситуации в зависимости от количества имеющихся нарушений нормативно-правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации (чем больше нарушений, тем меньше сумма выплат).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная безопасность технологических процессов: учебное пособие /Г.Ф. Ласута, И.И. Полевода, А.В. Маковчик, Ф.Н. Абдрафиков, В.П. Артемьев/ – Мн.: МЧС Республики Беларусь, 2010 – 290 с.

2. ППБ Беларуси 01-2014. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ КОЛОНН С КОНСТРУКТИВНОЙ ОГНЕЗАЩИТОЙ С УЧЕТОМ УСКОРЕНИЯ ИХ ПРОГРЕВА ВЫЗВАННОЕ РАЗРУШЕНИЕМ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

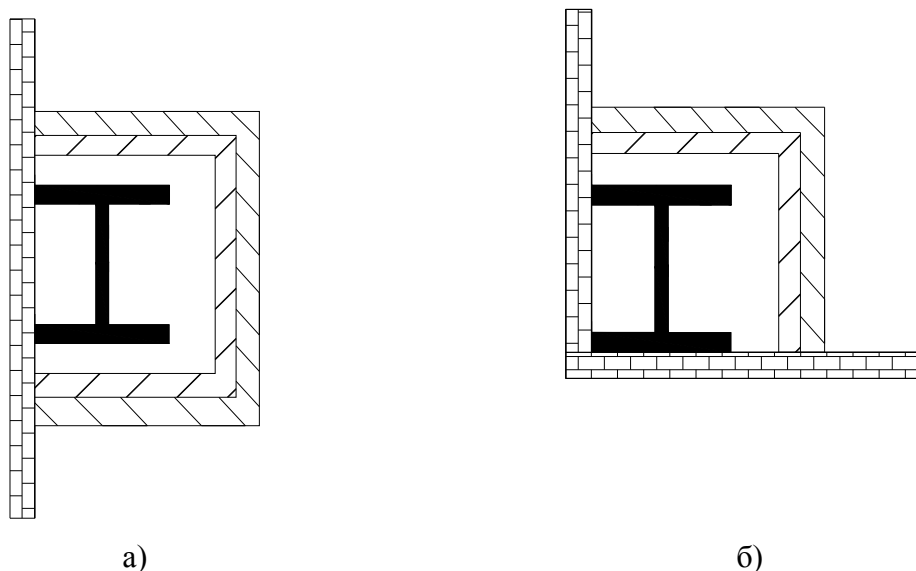
*Полевода И.И., канд. техн.наук, Жамойдик С.М.*

*Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь, г.Минск*

*Проровский В.М.*

*«Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь, г.Минск*

Современное нормирование огнестойкости строительных конструкций в здании подразумевает дифференцирование требований, предъявляемых к ним по огнестойкости в зависимости от назначения. В одном здании применяются конструкции, разница в пределе огнестойкости которых может составлять от 15 до 75 минут [1]. При конструировании огнезащиты колонн, которые примыкают к ограждающим конструкциям помещения (здания), как правило огнезащиту устраивают по контуру защищаемой колонны, за исключением части периметра, находящегося со стороны ограждающей конструкции (рисунок 1).



- а) конструкция расположена на периметре помещения;  
б) конструкция расположена в углу помещения

Рис. 1 – Схема огнезащиты конструкций, расположенных по периметру помещения

В результате чего, конструктивная огнезащита не является независимой от вертикальных ограждающих конструкций, как это происходит в случае расположения колонны внутри помещения.

В ходе натурных испытаний, методика и результаты которых изложены в [2], зафиксировано ускорение прогрева сечения всех стальных колонн с конструктивной огнезащитой (за исключением К1 и К2) по сравнению с испытаниями по определению огнезащитной эффективности. Ускорение прогрева стальных колонн с конструктивной огнезащитой связано с деформациями и разрушением ограждающих конструкций, к которым примыкает конструктивная огнезащита колонн, расположенных по периметру экспериментального сооружения [2]. Результаты натурального эксперимента показывают, что разрушение происходит плавно, и через определенные интервалы времени. Это свидетельствует о постепенном увеличении периметра части конструкции подверженной прямому огневому воздействию во время огневых испытаний.

Существующие методики определения температурного прогрева стальных колонн с конструктивной огнезащитой, не учитывают возможность ускорения прогрева рассчитываемых конструкций из-за возможного разрушения ограждающих конструкций к которым примыкает конструктивная огнезащита. В результате чего, необходима разработка методики расчета предела огнестойкости стальных колонн с конструктивной огнезащитой учитывающая ускорение прогрева сечения конструкции до критической температуры от возможного разрушения ограждающих конструкций.

Методика определения огнестойкости стальных колонн с конструктивной огнезащитой расположенных по периметру помещения основана также, как и методика по определению температурного прогрева одиночных стальных элементов на решении уравнения Фурье методом элементарных тепловых балансов разработанного Ваничевым А.П. и адаптированным для решения задач огнестойкости Яковлевым А.И. описанная в [3-5].

Рассматриваемая математическая модель усовершенствована. Дополнительно в математическую модель температурного прогрева, вводится прогрев стальной колонны от прямого огневого воздействия. Общая схема расчета температурного прогрева происходит следующим образом: до момента наступления фактического предела огнестойкости ограждающей конструкции, примыкающей к конструктивной огнезащите, расчет температурного прогрева конструкции происходит как целостной, методом элементарных тепловых балансов. В момент наступления фактического предела огнестойкости ограждающей конструкции, в расчете дополнительно вводится периметр конструкции, который начинает прогреваться от прямого огневого воздействия (периметр колонны, который был со стороны примыкающей конструкции и не подвергался передаче тепла от огнезащиты).

Расчетная комбинация точки для определения изменения температуры рассчитываемой ячейки от прямого огневого воздействия представлена на рисунке 2.

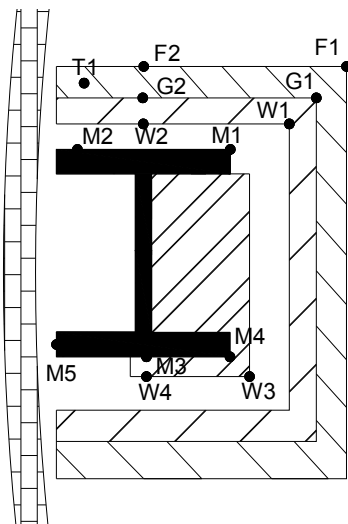


Рис. 2 – Расчетная схема прогрева

Расчетная комбинация тепловых потоков входящих и выходящих для точки M5 представлена на рисунке 3.

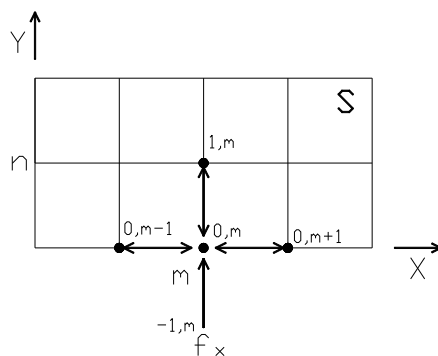


Рис. 3 – Расчетная схема прогрева для комбинации точки M5

Уравнение теплового баланса и тепловых потоков для расчетной комбинации точки M5 имеют следующий вид:

$$\Delta U_{0,m} = Q_{fx} + Q_{0,m-1,m} + Q_{0,m-0,m+1} + Q_{0,m-0,m-1}; \quad (1)$$

где  $\Delta U_{0,m}$  – изменение внутренней энергии ячейки  $0,m$ , Дж;

$Q_{fx}$ ,  $Q_{0,m-1,m}$ ,  $Q_{0,m-0,m+1}$ ,  $Q_{0,m-1,m-1}$  – входящие и исходящие тепловые потоки ячейки  $0,m$ , Дж.

$$Q_{fx} = \alpha(\tau) \cdot (\Theta_f(\tau) - \Theta_{0,m}(\tau)) \Delta \tau \cdot x \cdot l_d; \quad (2)$$

где  $\alpha(\tau)$  – коэффициент теплоотдачи в момент времени  $\tau$ ,  $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{°C}^{-1}$ ,



$\Theta_f$  – температура нагревающей среды в момент времени  $\tau$ , °С;

$\Theta_{0,m}(\tau)$  – температура ячейки 0,m, °С;

$\Delta\tau$  – расчетный интервал времени, с;

$x$  – ширина теплопроводящей поверхности, м;

$l_d$  – длина теплопроводящей поверхности, м;

$$Q_{0,m-1,m} = \frac{A_s + B_s \cdot \frac{1}{2} \cdot (\Theta_{0,m}(\tau) + \Theta_{1,m}(\tau))}{\frac{1}{2}y} \times; \quad (3)$$

$$\times (\Theta_{1,m}(\tau) - \Theta_{0,m}(\tau)) \cdot \Delta\tau \cdot x \cdot l_d$$

где  $A_s$  – коэффициент теплопроводности стали, Вт·м<sup>-1</sup>·°С<sup>-1</sup> при  $\Theta=20$ °С;

$B_s$  – коэффициент изменения теплопроводности стали, Вт·м<sup>-1</sup>·°С<sup>-2</sup>;

$\Theta_{0,m}(\tau)$  – температура ячейки 0,m, °С;

$\Theta_{1,m}(\tau)$  – температура ячейки 1,m, °С;

$y$  – глубина теплопроводящей поверхности, м.

$$Q_{0,m-0,m+1} = \frac{A_s + B_s \cdot \frac{1}{2} (\Theta_{0,m}(\tau) + \Theta_{0,m+1}(\tau))}{x} \times; \quad (4)$$

$$\times (\Theta_{0,m+1}(\tau) - \Theta_{0,m}(\tau)) \cdot \Delta\tau \cdot \frac{y}{2} \cdot l_d$$

где  $\Theta_{1,m+1}(\tau)$  – температура ячейки 1,m+1, °С.

$$Q_{0,m-0,m-1} = \frac{A_s + B_s \cdot \frac{1}{2} (\Theta_{0,m}(\tau) + \Theta_{0,m-1}(\tau))}{x} \times; \quad (5)$$

$$\times (\Theta_{0,m-1}(\tau) - \Theta_{0,m}(\tau)) \cdot \Delta\tau \cdot \frac{y}{2} \cdot l_d$$

где  $\Theta_{1,m-1}(\tau)$  – температура ячейки 1,m-1, °С.

Таким образом температура ячейки в момент времени  $\tau+1$  составит:

$$\Theta_{0,m}(\tau + \Delta\tau) = \Theta_{0,m}(\tau) + \frac{Q_{f \cdot x} + Q_{0,m-1,m} + Q_{0,m-0,m+1} + Q_{0,m-0,m-1}}{\rho_s \cdot x \cdot \frac{y}{2} \cdot l_d \cdot (C_s + D_s \cdot \Theta_{0,m}(\tau))}. \quad (6)$$

где  $\rho_s$  – плотность стали, кг·м<sup>-3</sup>;

$C_s$  – удельная теплоемкость стали, Дж · кг<sup>-1</sup> · °С<sup>-1</sup> при  $\Theta=20$ °С;

$D_s$  – коэффициент изменения удельной теплоемкости стали, Дж · кг<sup>-1</sup> · °С<sup>-2</sup>.

В результате усовершенствования методики температурного прогрева одиночных стальных колонн, с учетом их расположения по периметру помещения, разработана метод оценки огнестойкости стальных колонн учитывающая негативное влияние разрушения ограждающих конструкций.

Однако данная методика сложна для ручного счета, в результате чего в настоящий момент ведется разработка инженерного метода расчета огнестойкости колонн конструктивная огнезащита которых примыкает к ограждающим конструкциям.

### ЛИТЕРАТУРА

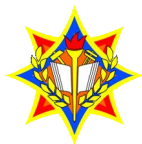
1. ТКП 45-2.02-142-2011 Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации // Полнотекстовая информационно-поисковая система «СтройДОКУМЕНТ» [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. и прогр. (700 Мб). – Минск, НПП РУП «Стройтехнорм», 2007. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Полевода И.И., Кудряшов В.А., Жамойдик С.М. Экспериментальные исследования огнестойкости стальных каркасных конструкций с конструктивной огнезащитой / И.И. Полевода, В.А. Кудряшов, С.М. Жамойдик // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2016. – № 1. – С. 13-27.

3. Полевода И.И., Иваницкий А.Г., Жамойдик С.М. Моделирование огнестойкости стальных элементов с конструктивной огнезащитой / И.И. Полевода, А.Г. Иваницкий, С.М. Жамойдик // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2010. – № 2. – С. 39–46.

4. Яковлев, А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций / А.И. Яковлев. – Москва: Стройиздат, 1988. – 143 с.

5. Голованов, В.И. Прогнозирование огнестойкости стальных конструкций с огнезащитой: дис. д-ра тех. наук: 05.26.03 / В.И. Голованов. – М., 2008. – 337 л.



## **ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ЧАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

*Радюк С.А., Сидоркевич В.С., Суриков А.В.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Количество огнетушащего вещества, подаваемое на единицу площади (объема) помещения в единицу времени – интенсивность подачи огнетушащего вещества – является ключевым параметром при устройстве автоматических установок пожаротушения.

Интенсивность орошения в автоматических установках водяного и пенного пожаротушения определяется согласно [1] и зависит от того, к какой группе помещений (производств и технологических процессов) по степени опасности развития пожара в зависимости от их функционального назначения и пожарной нагрузки относится помещение.

Производственные помещения согласно [1] относятся к группам 2-4. При этом минимальная нормативная интенсивность орошения для данных помещений составляет от 0,08 до 0,40 л/(с·м<sup>2</sup>).

Производственные помещения предприятий продуктов питания невозможно отнести к определенной группе по функциональному назначению по таблицы Б1 приложения Б [1]. В таком случае группу следует определять по категории помещения.

Зачастую большие производственные помещения предприятий продуктов питания имеют категорию В1, что автоматически переносит их в группу 4.2 по таблице Б1 [1]. Однако согласно таблицы Б2 [1] помещения такой группы можно тушить только пеной с интенсивностью 0,17 л/(с·м<sup>2</sup>) и расчетной площадью 360м<sup>2</sup>. Таким образом, параметры пожаротушения помещений по производству продуктов питания приравнены к помещениям по производству с переработкой горючих газов, ГЖ, ЛВЖ.

С точки зрения санитарно-гигиенических норм представляется целесообразным внесение производственных помещений предприятий продуктов питания в группу 2 по функциональному назначению таблицы Б1 [1].

В пределах одного защищаемого помещения согласно [1] следует устанавливать оросители с равными температурами разрушения теплового замка (для спринклерных оросителей) и производительности, одинаковым типом и конструктивным исполнением. Допускается в одном помещении со спринклерными оросителями использовать дренчерные оросители водяных завес с параметрами, отличающимися от параметров спринклерных оросителей, при этом все дренчерные оросители должны иметь тождественный

коэффициент производительности, одинаковый тип и конструктивное исполнение.

Оросители следует устанавливать с учетом их технических характеристик (монтажного положения, интенсивности орошения, эюр орошения и т. п.) и требований эксплуатационной документации разработчика или изготовителя оросителей.

Трудности возникают в выборе оросителей для помещений складов с высотным складированием (свыше 5,5м), в которых помимо установки оросителей под перекрытием (покрытием) следует устанавливать оросители во внутрискеллажном пространстве. При этом требования к интенсивности орошения под перекрытием и во внутрискеллажном пространстве значительно отличаются и применение одинаковых оросителей не представляется возможным. Кроме того во внутрискеллажном пространстве необходимо применять оросители с вогнутой розеткой (тип СВВ) с установкой розеткой вниз. Из вышеперечисленного следует, что целесообразно сделать исключение по применению одинаковых оросителей для помещений с высотным скеллажным складированием.

Спринклерные оросители УП следует устанавливать в помещениях или в оборудовании с учетом предельно допустимой температуры окружающей среды в зоне их расположения и температуры срабатывания оросителей по таблице 1 [1].

Предельно допустимая рабочая температура окружающей среды в зоне расположения спринклерных оросителей принимается по максимальному значению температуры в одном из следующих случаев:

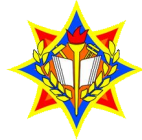
- по максимальной температуре, которая может возникнуть по технологическому регламенту либо вследствие аварийной ситуации;
- вследствие нагрева покрытия защищаемого помещения под воздействием солнечной тепловой радиации.

Для обеспечения в складских помещениях автоматического пожаротушения с интенсивностью  $0,32 \text{ л/с} \times \text{м}^2$  и выше необходимо применение высокопроизводительных оросителей с коэффициентом производительности не менее 1,00. На сегодняшний день мировые производители выпускают высокопроизводительные оросители с температурой срабатывания не менее  $68^\circ \text{C}$ . Согласно [1] для помещений с предельной температурой до  $38^\circ \text{C}$  в зоне расположения спринклерных оросителей требуется установка оросителей с температурой срабатывания  $57^\circ \text{C}$ , что не предоставляется возможным для высокопроизводительных оросителей.

Предлагается в качестве исключения для складских помещений применение высокопроизводительных оросителей с температурой срабатывания  $68^\circ \text{C}$  для помещений с температурой до  $38^\circ \text{C}$  в зоне расположения спринклерных оросителей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-190-2010. – Введ. 01.01.11. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2011. – 77 с.



## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЯМ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

*Романюк Н.Н.*

*Институт государственного управления в сфере гражданской защиты,  
г. Киев*

Каждое государство мира имеет свою систему защиты населения и территорий в экстремальных условиях. Не исключением является и Украина.

Основываясь на статьях 16 и 17 Конституции Украины, в статье 4 Кодекса гражданской защиты Украины определено, что гражданская защита - это функция государства, которая направлена на защиту населения, территорий, окружающей естественной среды и имущества от чрезвычайных ситуаций путем предотвращения таких ситуаций, ликвидации их последствий и предоставления помощи пострадавшим.

С целью реализации мероприятий государственной политики в сфере гражданской защиты в Украине создана единая государственная система гражданской защиты. Одним из основных заданий которой есть обучение населения поведению и действиям в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Реализация государственной политики в сфере гражданской защиты осуществляется на основе и через соответствующие нормативно-правовые акты, нормативные документы, выполнения государственных, региональных, научно-технических целевых программ и планов развития.

Результаты анализа нормативно-правовой базы и опыта работы местных государственных администраций, органов местного самоуправления и региональных подразделений по вопросам образования и науки относительно обучения всех слоев населения действиям в чрезвычайных ситуациях указывают на то, что основной целью обучения населения действиям в чрезвычайных ситуациях является обеспечение потребностей органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, предприятий, учреждений и организаций в работниках, способных компетентно и ответственно выполнять управление техногенной и экологической безопасностью населения, территорий и субъектов ведения хозяйства.

Учебно-методическое обеспечение обучения населения действиям в чрезвычайных ситуациях полагается на Государственную службу Украины из чрезвычайных ситуаций и Министерство образования и науки Украины.

Обучение населения действиям в чрезвычайных ситуациях осуществляется:

- по месту работы - работающего населения;
- по месту учебы - детей дошкольного возраста, учеников и студентов;
- по месту жительства - неработающего населения.

Организация обучения действиям в чрезвычайных ситуациях работающего и неработающего населения полагается на ГСЧС Украины и

местные государственные администрации, органы местного самоуправления, которые разрабатывают и утверждают соответствующие организационно-методические указания и программы с подготовки населения до таких действий.

Обучение работающего населения действиям в чрезвычайных ситуациях является обязательным и осуществляется в рабочее время за счет средств работодателя за программами подготовки населения действиям в чрезвычайных ситуациях, а также во время проведения специальных объектовых учений и тренировок по вопросам гражданской защиты.

Для получения работниками сведений о конкретных действиях в чрезвычайных ситуациях с учетом особенностей производственной деятельности субъекта ведения хозяйства в каждом субъекте ведения хозяйства оборудуется информационно-справочный уголок по вопросам гражданской защиты.

Лица во время принятия на работу и работники ежегодно по месту работы проходят инструктаж по вопросам гражданской защиты, пожарной безопасности и действий в чрезвычайных ситуациях.

Лица, которых принимают на работу, связанную с повышенной пожарной опасностью, должны предварительно пройти специальное обучение (пожарно-технический минимум). Работники, занятые на работах с повышенной пожарной опасностью, один раз на год проходят проверку знаний соответствующих нормативных актов по пожарной безопасности, а должностные лица к началу выполнения своих обязанностей и периодически (один раз на три года) проходят обучение и проверку знаний по вопросам пожарной безопасности.

Допуск к работе лиц, которые не прошли обучение, инструктаж и проверку знаний по вопросам гражданской защиты, в частности по пожарной безопасности, запрещается.

Организация обучения детей дошкольного возраста, учеников и студентов действиям в условиях чрезвычайных ситуаций полагается на МОН Украины, которое разрабатывает и утверждает учебные программы по изучению мер безопасности, способов защиты от влияния опасных факторов, вызванных чрезвычайными ситуациями.

Обучение учеников, студентов и детей дошкольного возраста действиям в чрезвычайных ситуациях и правилам пожарной безопасности является обязательной и осуществляется во время учебно-воспитательного процесса за счет средств, предусмотренных на финансирование учебных заведений.

Обучение детей дошкольного возраста действиям в чрезвычайных ситуациях и предотвращение пожаров от детских шалостей с огнем проводится путем формирования у них поведения, соответствующего возрасту ребенка, относительно собственной защиты и спасания.

Обучение неработающего населения действиям в чрезвычайных ситуациях осуществляется путем проведения информационно-просветительской работы по месту жительства и самостоятельного изучения

общей программы обучения населения действиям в чрезвычайных ситуациях и других информационно-справочных материалов по вопросам гражданской защиты, правил пожарной безопасности в быту и общественных местах.

Информационно-просветительская работа по вопросам поведения в условиях чрезвычайных ситуаций организовывается местными органами исполнительной власти и органами местного самоуправления, в том числе через обучение на созданных при них консультационных пунктах, и предусматривает: информирование населения о методах реагирования в случае возникновения чрезвычайных ситуаций; создание в консультационных пунктах условий для овладения гражданами навыками пользования наиболее распространенными средствами защиты и предоставления первой само и взаимопомощи.

Для удовлетворения потребности в самостоятельном изучении общей программы обучения населения действиям в чрезвычайных ситуациях местные органы исполнительной власти и органы местного самоуправления при методическом сопровождении территориальных курсов, учебно-методических центров гражданской защиты и безопасности жизнедеятельности выдают учебные, учебно-наглядные пособия, брошюры, распространяют информационные материалы, буклеты и листовки по гражданской защите, а также оформляют информационно-справочные уголки по вопросам гражданской защиты.

Информационно-справочный уголок является частью помещения общего пользования (коридор, холл, вестибюль и тому подобное) в которой тематически оформляются стенды, размещаются схемы, учебные пособия и натурные образцы, которые обеспечивают доступное донесение к определенной категории населения необходимой информации, предусмотренной программами подготовки работников к действиям в чрезвычайных ситуациях.

Тематическое наполнение информационно-справочного уголка определяется с учетом мероприятий, предусмотренных Планом реагирования на чрезвычайные ситуации, и должно содержать информацию об имеющихся возможностях и ресурсах субъекта ведения хозяйства из противодействия опасным факторам, что вероятные для места их расположения и зависит от направления деятельности субъекта ведения хозяйства.

Ответственным за организацию работы относительно оборудования и своевременного обновления информации информационно-справочного уголка есть руководитель субъекту ведения хозяйства.

В каждом отдельно расположенном структурном подразделении субъекту ведения хозяйства его руководителем определяется лицо, ответственное за функционирование и своевременное обновление информационно-справочного уголка. Обеспечение предоставления консультационных, аналитических и других услуг по вопросам оборудования информационно-справочных уголков осуществляется учебно-методическими центрами сферы гражданской защиты.



Рациональное и умелое использование широких возможностей компьютерной техники - важный аспект современного этапа развития человечества. Сочетание психологических особенностей человека относительно восприятия и запоминания оформленной соответствующим образом информации с современными возможностями программного обеспечения дает возможность повысить эффективность применения стендов информационно-справочного уголка гражданской защиты. Понятно и лаконично изложено тематическое содержание стендов с правильно подобранными размерами шрифтов обеспечивает легкое восприятие содержания текста, даже при вынужденно быстром чтении. Специфическое полиграфическое оформление стенда привлечет к нему внимание и желание прочитать содержание, а также будет способствовать усилению эмоционального влияния этого содержания на аудиторию. Воссоздание на стенде фотографий, выдержек из положений нормативно-правовых актов повысит его убедительность.

Задания, которые стоят на современном этапе перед системой гражданской защиты страны, требуют дальнейшего совершенствования мероприятий по информационному обеспечению обучения населения действиям в чрезвычайных ситуациях, форм и методов его проведения, повышения эффективности информационно-просветительской работы и пропаганды знаний по вопросам гражданской защиты, а также осовременивания учебно-материальной базы. Поэтому абсолютно очевидно, что информационное обеспечение учебы населения действиям в чрезвычайных ситуациях нужно совершенствовать используя современные мультимедийные средства, основа которых - зрительное и слуховое восприятие материала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс гражданской защиты Украины.
2. Постановление Кабинета Министров Украины от 26.06.13 № 444 "Об утверждении Порядка осуществления обучения населения действиям в чрезвычайных ситуациях".
3. Постановление Кабинета Министров Украины от 09.01.14 № 11 "Об утверждении Положения о единой государственной системе гражданской защиты".
4. Постановление Кабинета Министров Украины от 23.10.13 № 819 "Об утверждении Порядка проведения обучения руководящего состава и специалистов, деятельность которых связана с организацией и осуществлением мероприятий по вопросам гражданской защиты".
5. Приказ ДСНС Украины от 19.02.2016 № 83 "Об утверждении Организационно-методических указаний с подготовки населения до действий в чрезвычайных ситуациях".



## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Салохиддинзода К.С.*

*первый заместитель начальника ГУГПС МВД Республики Таджикистан,  
член корреспондент инженерной Академии Республики Таджикистан*

Обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших функций государства. Основным законом, определяющим общие правовые, экономические, социальные, организационные основы и регулирующим отношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления, иными юридическими лицами независимо от их организационно-правовых форм, а также между общественными объединениями, должностными лицами, гражданами Республики Таджикистан, иностранными гражданами и лицами без гражданства в сфере обеспечения пожарной безопасности и определяющий направлений реализации государственных функций является Закон Республики Таджикистан "О пожарной безопасности" от 20 марта 2008 года за №363. Согласно закону, система обеспечения пожарной безопасности - совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на предотвращение и тушение пожаров.

Из смысла закона вытекает, что обеспечение пожарной безопасности, как состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров - дело каждого из субъектов, перечисленных в указанном законе. Вместе с тем, любой процесс нуждается в управлении и организации системы действий.

Для реализации государственной политики создаются органы исполнительной власти, одним из которых является МВД Республики Таджикистан, осуществляющее функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области обеспечения пожарной безопасности.

Главное управление государственной противопожарной службы МВД Республики Таджикистан осуществляет управление, координацию, контроль и реагирование в области обеспечения пожарной безопасности. Роль правового регулирования в области пожарной безопасности состоит в том, чтобы государство и право выступали в качестве гаранта установленной обществом приемлемой степени защищенности от пожаров с учетом всей совокупности политических, экономических и социальных условий.

Обеспечение пожарной безопасности на объектах и в жилом секторе зависит от многих факторов, начиная от знаний истории крупных пожаров и их последствий, требования закона и подзаконных актов, внедрение этих требований в ежедневной деятельности объектов, и в быту соблюдения установленного режима пожарной безопасности, и до прогнозирования

возникновения пожара и его последствий при нарушении правил пожарной безопасности.

Для улучшения противопожарного состояния необходимо полагаться на сознательный подход к этому вопросу руководителей и работников организаций, предприятий и граждан в жилом секторе. Для повышения уровня их сознания необходимо проводить агитационно-пропагандическую работу со стороны всех уровней законодательных и исполнительных субъектов власти, усилить проведения разъяснительных мероприятий законодательного и правового характера на объектах и в жилом секторе. Эта работа должна проводиться планомерно и постоянно в пределах установленного режима и порядка отдельно для каждой отрасли, объекта и жилого сектора.

Практика и проведенные прогнозы существования на объектах и жилом секторе различных причин возникновения пожаров, не обращение на них внимания и не устранения их со стороны ответственных лиц приводит к возникновению пожаров. Основной причиной этого состояния является незнание установленных требований правил пожарной безопасности.

История показывает, что каждый не потушенный в начальной стадии пожар способен развиваться до непредсказуемого размера и уничтожить любой объект, село, поселок или город. Историю уничтожения пожарами самых крупных городов России, других государств в Европе и США знает не каждый гражданин. Также граждане не на должном уровне осведомлены относительно мер соблюдения требований пожарной безопасности. Практика проведения анализа противопожарного состояния объектов показывает, что где проведение мероприятий по соблюдению правил пожарной безопасности и предотвращению пожаров проводятся на должном уровне, пожары часто не возникают. На этом объекте установлен планомерный и комплексный подход к проведению противопожарных мероприятий направленных на обеспечение противопожарной безопасности в целом.

В будущем необходимо разработать проведение комплексных мер по усилению соблюдения пожарной безопасности и проведению конкретных мер борьбы с пожарами для конкретного объекта, посёлка или города. Необходимые документы различного уровня его принятия и исполнения должны готовиться совместно ответственными лицами и с помощью специалистов государственной противопожарной службы. В этих документах четко должны быть, указаны обязанности руководителей и работников всех уровней за обеспечение пожарной безопасности и должны быть указаны дисциплинарные, административные и уголовные меры воздействия на виновных лиц за нарушение установленного противопожарного режима независимо от уровня их должностного положения.

Состояние пожарной безопасности объектов, где созданы пожарные части по охране их от пожаров намного лучше, чем другие объекты, где не организованы пожарные части по охране этих объектов от пожаров. Если сравнить состояние пожарной безопасности этих объектов, можно выявить большую разницу. Проводя анализ организации проведения необходимых мер

направленных на обеспечение пожарной безопасности, выявим основные причины образования такой разницы состояния пожарной безопасности между этих объектов. Основной причиной является организация и существование установленного режима или порядка системы по обеспечению пожарной безопасности объекта. Благодаря организации такой системы на объекте уровень знания руководителей и рабочих по соблюдению требований правил и норм пожарной безопасности поддерживается на должном уровне. Установленный противопожарный режим часто не нарушается, а на объектах, не имеющих пожарных частей, положение противоположное. В связи с таким плачевным положением на этих объектах часто происходят пожары, они распространяются до возможного увеличения площади, до прибытия сил и средств государственной противопожарной службы. Как обычно такие пожары наносят большие материальные ущербы и могут быть человеческие жертвы.

О существовании законов и подзаконных актов по обеспечению пожарной безопасности и об их требованиях, начиная с работников министерств, администраций, рабочих объектов и граждане осведомлены на низком уровне. Со стороны министерств, местных властей и администрации объектов материально-технические и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности самостоятельно и планомерно не ведется. Парою сами руководители отраслей и объектов не знают о существующих нормах и правилах обеспечения пожарной безопасности. В этих отраслях и объектах руководители на вопросы пожарной безопасности почти не обращают внимание. В связи с этим положением в ряде отраслях, городах, районах и объектах возникает необходимость разработки новых организационно-правовых документов или внесения изменений и дополнений в существующие подзаконные акты об оценке знания назначаемых лиц на руководящие должности различного уровня об организации пожарной безопасности вверенного им участка работы.

Так как вопрос соблюдения и обеспечения пожарной безопасности и действия при его возникновении существует на рабочем месте и в быту, есть жизненная необходимость внедрения учебного предмета в учебную программу школ среднего образования и учитывая специфику квалификацию подготовки кадров в программу подготовки средне-специальных и высших учебных заведений. Ведь один пожар полностью может уничтожить один или несколько объектов. Чем привлечь к уголовной ответственности группу руководителей и ответственных лиц после пожара и нанесенного им крупного материального ущерба на миллионы рублей (или другие национальные валюты) легче оценить знание руководителей и ответственных лиц. При необходимости проводить с ними соответствующие курсы не только по организации пожарной безопасности, но и по другим направлениям их деятельности и после чего принять решение о назначении или наоборот. Для проведения такой работы необходим организационно-правовой документ, которого на сегодняшний день не существует.

По существующим сегодня организационно-правовым и нормативно-техническим документам, по обеспечению пожарной безопасности за противопожарное состояние объектов отвечают их руководители. Именно руководители всех уровней должны проводить научную, практическую, организационную и административную работу по обеспечению пожарной безопасности в своих ведомствах. Для этого необходимо организовать и контролировать проведение конкретных мероприятий правового, научного, образовательного и организационного направления. Причем проводить эти мероприятия постоянно до и после приведения вверенного им отрасли или объекта в образцовое противопожарное состояние. Потому что функция обеспечения пожарной безопасности по существующим законам возложена на них. К сожалению практика показывает из-за недостаточности организационно-правовых и нормативно-технических документов регламентирующих деятельность по обеспечению пожарной безопасности, руководители на должном уровне не чувствуют ответственность перед законом и обществом. Возникновение крупных и характерных пожаров по вине руководителей, рабочих на объектах и простых граждан на общественном и жилом секторе с человеческими жертвами и крупными материальными ущербами продолжается. А ответственность виновных лиц за их возникновение и понесенное им наказание, не сравнить с нанесённым моральным и материальным ущербом.

Контроль за соблюдение требований пожарной безопасности и пресечения их нарушений осуществляет Государственный пожарный надзор - специальный вид государственной надзорной деятельности, осуществляемый должностными лицами органов управления и подразделений Государственной противопожарной службы. Государственный пожарный надзор является разновидностью государственного контроля, представляющий собой специализированное наблюдение и проверку соблюдения строго определенных правил в деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей.

В результате проведённого анализа противопожарного состояния объектов, появляются несколько нерешённых ниже следующих вопросов:

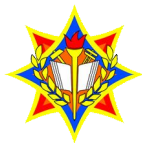
- для кого написаны нормы и правила пожарной безопасности, если их нельзя обнаружить на объектах и в жилом секторе?
- если на объектах и в жилом секторе отсутствуют организационно-правовые и нормативно-технические документы, какой речи может быть об их исполнении и соблюдении?
- на каком уровне знают их непосредственные исполнители, то есть руководители, рабочие и жители об их существовании и содержании?
- даже при знании этих требований, какие у исполнителей возможности для их исполнения и соблюдения?
- конкретно определены ли какую часть, и какой объём этих требований должен выполнять каждый из их исполнителей?
- на производстве и быту кто конкретно (законно) занимается организацией исполнения требований организационно-правовых и нормативно-технических документов по обеспечению пожарной безопасности?

- в чём причина отсутствия ответственности исполнителей (руководителей, рабочих и жителей) организационно-правовых и нормативно-технических документов по обеспечению пожарной безопасности перед законом?

- сначала не находя ответ на вышеизложенные вопросы, правильно ли будет только заниматься надзорными функциями? А это самый важный вопрос.

Чтобы получить ответы на вышеизложенные вопросы, государственным органам противопожарной службы необходимо усилить работу по оказанию непосредственной практической помощи исполнительной стороне, только после этого переходить на надзорные функции. Потому что требования организационно-правовых и нормативно-технических документов по обеспечению пожарной безопасности лучше всех знают работники государственных органов противопожарной службы.

Надо работать над тем, чтобы знание исполнителей поднять до уровня знания надзорных органов. Эффективность и уровень результативности (деятельность) органов государственного пожарного надзора, должно оцениваться исходя от состояния пожарной безопасности объектов и жилого сектора. Независимо от количества вручённых предписаний, составленных протоколов об административном правонарушении, основным результатом деятельности государственного пожарного надзора должен быть надёжное противопожарное состояние объектов и жилого сектора.



## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ. АНАЛИЗ ПОНЯТИЙНОГО АППАРАТА**

*Синенко А.В., Скиба В.Н., Суриков А.В.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Противопожарный разрыв – это кратчайшее расстояние в свету между наружными стенами или другими конструкциями зданий (сооружений), а также до границ участков разработки или открытого залегания торфа и лесных массивов [1].

При наличии в зданиях или сооружениях выступающих более чем на 1 м конструкций, выполненных из горючих материалов, принимается расстояние между этими конструкциями.

Разрывы от многоквартирных и блокированных жилых домов и хозяйственных построек (сарая, гаража, бани) на приусадебном земельном участке, а также на участках дачных и садоводческих товариществ до жилых домов и хозяйственных построек на соседних земельных участках следует принимать согласно таблицы 1 [1].

Указанные разрывы, а также разрывы между многоквартирными и блокированными жилыми домами и хозяйственными постройками не нормируют при суммарной площади застройки (включая незастроенную площадь между ними), не превышающей наибольшую допустимую площадь пожарного отсека здания без противопожарных стен согласно требованиям ТКП 45-3.02-230. При этом площадь пожарного отсека следует принимать по самой низшей степени огнестойкости здания (постройки), принимаемого(-ой) в расчете суммарной площади застройки.

Незастроенной площадью между многоквартирными и блокированными жилыми домами и хозяйственными постройками (сараями, гаражами, банями) следует считать площадь между ближайшими смежными углами (выступающими более чем на 1 м конструкциями, выполненными из горючих материалов) строений.

Разрывы между многоквартирными и блокированными жилыми домами и хозяйственными постройками, а также между хозяйственными постройками в пределах одного земельного участка (независимо от суммарной площади застройки) не нормируются.

Постройки хозяйственные – строения (в том числе временные), размещаемые на территории приусадебного участка, либо на общей территории садоводческого товарищества и предназначенные для хозяйственных целей [1]. Строением согласно [3] является здание или постройка.

Здание – строительное сооружение, состоящее (по мере необходимости) из наземных и подземных частей, с помещениями для проживания и (или) деятельности людей, размещения производств, хранения продукции или содержания животных [3]. При этом помещение – это замкнутое пространство

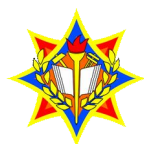
внутри здания, имеющее определенное функциональное назначение, архитектурно-художественное оформление и ограниченное строительными конструкциями [3], а сооружение – это единичный продукт строительной деятельности, предназначенный для осуществления определенных потребительских функций

Согласно таблице 1 [1] противопожарные разрывы зависят от степени огнестойкости зданий. Таким образом, на сегодняшний день существует проблема в определении значений противопожарных разрывов для ряда хозяйственных построек, которые не являются зданиями (беседки, навесы и т.д.).

Решением указанной проблемы является расчетная оценка величины теплового потока на поверхности указанных построек при горении соседнего здания (сооружения, наружной установки) с последующим сравнением полученного значения с критической плотностью падающих лучистых потоков для материалов, из которых выполнена постройка при продолжительности облучения равной времени следования от ближайшего пожарного депо.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-2.02-242-2011. Ограничение распространения пожара. Противопожарная защита населенных пунктов и территорий предприятий. Строительные нормы проектирования.
2. СТБ 1900-2008. Строительство. Основные термины и определения.
3. ТКП 45-1.01-4-2005. Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Национальный комплекс технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства. Основные положения.





## К ВОПРОСУ ОБ УЧЕТЕ ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОЕМОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЗВУКОВЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ О ПОЖАРЕ

*Смирнов А.Л., Соколов С.А., Суриков А.В.*

*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роца*

Оснащение системами оповещения людей о пожаре зданий и сооружений является неотъемлемой частью противопожарной защиты объекта, необходимость оборудования которых определяется в соответствии с [1], а также другими техническими нормативными правовыми актами. При этом классификационные характеристики различных типов систем оповещения определены в [1]. Следует отметить, что за последние годы техническое обеспечение данного направления вышло на новый качественный уровень. На сегодняшний день в Беларуси производится ряд систем оповещения о пожаре, способных обеспечивать максимальные функциональные требования и соответствующих действующим стандартам.

При проектировании систем сегодня фактически требуется определиться с количеством оборудования, а не думать, как реализовать ту или иную функцию систем оповещения. Параметры систем, требования по размещению технических средств определены в [2]. Одним из основных параметров звукового и речевого оповещения определен уровень звукового давления, который должен составлять 70-110 дБ.

Методика расчета уровня звукового давления косвенно приведена в [2]. В случае размещения оповещателей в каждом помещении, как правило, не возникает проблем с расчетом. Однако привязка к объемно-планировочным решениям здания (см. [2]) имеет ряд сложностей.

Для звукового оповещения допускается установка оповещателей в смежных помещениях через одну последовательно расположенную дверь. При этом согласно [2] на двери «гаситься» 10 дБ. Однако данное положение не учитывает возможное исполнение дверей (материал, наличие уплотнений в притворах и т.д.). Так, к примеру, в Европейских стандартах на двери «гасится» 20-30 дБ.

Таблица 1 – Измерения падения уровня звукового давления

Дверь	Уровень ослабления звукового давления, дБ
Деревянная, без уплотнений в притворах	10
Деревянная, с уплотнениями в притворах	15-25
ПВХ	25
Металлическая	20-30

Был проведен ряд тестов по измерению падения уровня звукового давления, результаты внесены в таблицу 1.

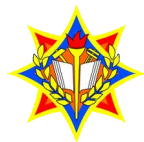
Таким образом, определяющим является наличие уплотнения в притворах дверей без учета звукопоглощающей способности помещения. Но и без того видно, что требования [2] не соответствуют реальной обстановке дел.

В связи с вышеизложенным, явно назрела необходимость более детального изучения параметров систем оповещения о пожаре с учетом особенностей помещений и способов размещения оповещателей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Эвакуационные людей из зданий и сооружений при пожаре: СНБ 2.02.02-01. – Введ. 11.05.2011 – РУП "Стройтехнорм", 2001. – 33 с.

2. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-190-2010. – Введ. 01.01.11. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2011. – 77 с.



## ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СПРИНКЛЕРНЫХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ К КОРРОЗИИ

*Суриков А.В., Костюкевич А.П., Мезенцев А.П.*

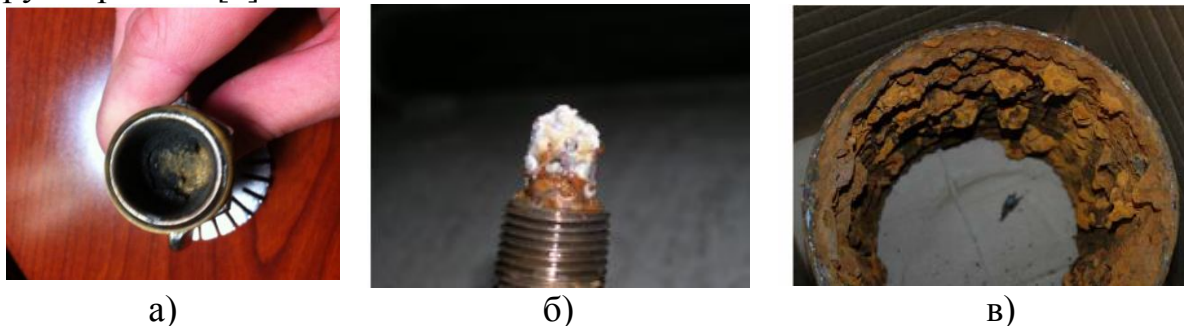
*Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, пос. Светлая Роща*

Спринклерные установки пожаротушения являются самыми распространенным средством автоматического тушения пожаров, неоднократно доказавшим свою высокую надежность и эффективность. Несмотря на то, за время применения данных систем произошло значительное совершенствование их элементов, всегда остается вероятность ложного срабатывания автоматической установки пожаротушения (АУП) и утечек воды из системы питающих и распределительных трубопроводов. Одной из причин последних может являться коррозия [1].

Насосы, клапаны, трубы, опоры и оросители могут быть подвержены коррозии. В некоторых случаях это может привести к отверстию в трубе, полной закупорке трубы, клапана или оросителя.

Вследствие действующих нормативных требований и сложившейся практики в спринклерных системах, как правило, применяются стальные трубы: по ГОСТ 10704 — со сварными и фланцевыми соединениями; по ГОСТ 3262, ГОСТ 8732 и ГОСТ 8734 — со сварными, фланцевыми, резьбовыми соединениями, а также по ГОСТ Р 51737 — с разъемными трубопроводными муфтами [2, 3]. В условиях эксплуатационных температур воздуха и при контакте с водой и кислородом эта сталь окисляется. Полевые исследования [4] показывают, что воздушные спринклерные установки пожаротушения подвергаются большему воздействию коррозии, чем водозаполненные.

На рисунке 1 показаны примеры подверженных коррозии оросителя и трубопровода [4].



а) спринклерный ороситель после 12 лет эксплуатации; б) спринклерный ороситель, подверженный коррозии; в) трубопровод спринклерной водозаполненной установки пожаротушения после 12 лет эксплуатации.

Рис. 1 - Внешний вид элементов спринклерной системы водяного пожаротушения

В работе [4] приведены различные механизмы коррозии в спринклерных установках пожаротушения:

- электрохимическая коррозия;
- образование коррозии под налетом мусора или продуктов коррозии;
- гальваническая коррозия;
- коррозия под влиянием микробиологических организмов;
- гипохлорит коррозия;
- коррозия в следствие обесцинкования.

Следует отметить, что в Республике Беларусь и Российской Федерации нормативные документы, регламентирующие проектирование и эксплуатацию спринклерных установок пожаротушения, не устанавливают требования к предупреждению и диагностике негативных проявлений действия коррозии в данных установках.

В зарубежных странах данная проблема решается на уровне требований соответствующих стандартов [5, 6].

Так в [5] регламентируются требования о введении ингибиторов коррозии и биоцидов для спринклерных систем. Стандарт [6], представляющий собой руководство по техническому обслуживанию, имеет раздел регламентирующий необходимость проведения периодического контроля систем на предмет коррозии.

Немецкие стандарты серии VdS определяют следующие меры борьбы с коррозией в спринклерных системах:

- 1) снижение частоты заполнения системы трубопроводов;
- 2) снижение закачиваемого воздуха, чтобы свести к минимуму кислород в системе;
- 3) проведение неразрушающего контроля трубопроводов;
- 4) промывка систем трубопроводов с растворами для удаления нерастворимого материала и биопленки.
- 5) промывка систем от остатков резки, сверления и нарезания резьбы, сварки;
- 6) поддержание pH ниже 9,0;
- 7) химическая очистка воды, чтобы свести к минимуму хлоридные и концентрации сульфатов и снизить кислотную коррозию;
- 8) минимизация органических веществ и смазочных материалов в трубопроводах для снижения коррозии под влиянием микробиологических организмов;
- 9) применение внутреннего покрытия трубы для блокировки электрохимических реакций;
- 10) увеличение толщины стенки трубы, чтобы продлить срок ее службы.

В практике проектирования и эксплуатации спринклерных установок пожаротушения широко применяются пластиковые трубопроводы. Однако область применения данных трубопроводов ограничена водозаполненными спринклерными установками [7, 8].

Также известно применение систем трубопроводов и фитингов с использованием оцинкованной углеродистой стали, а также легированной, в том числе нержавеющей, стали [9, 10].

В Республике Беларусь была разработана водовакуумная установка автоматического пожаротушения [11]. Основной особенностью данной установки является создание вакуума в питательно-распределительной сети установки, что способствует снижению воздействия коррозии на трубопроводы.

В ИПК МЧС Республики Беларусь оборудована лабораторная установка водяного пожаротушения, включающая помимо стандартных элементов системы (основной и автоматические водопитатели, насосы, узлы управления и т.д.) и водовакуумную секцию пожаротушения (спринклерно-дренчерный двухсекционный узел управления; клапан пусковой воздушно-вакуумный и вакуум-насос). Внешний вид узла управления с обвязкой приведена на рисунке 2.



Рис. 2 - Внешний вид узла управления с установленным клапаном пусковым воздушно-вакуумным

Таблица 1 Основные характеристики клапана вакуумного воздушного пускового КВВзП

№ п.п.	Характеристика	Значение
1	Диапазон давлений, МПА: пневмодавление вакуум давление гидродавление	0,2 – 0,4 0,0133–0,004 0,12-1,2
2	Вид климатического исполнения	УХЛ 4
3	Время срабатывания, с	1

Клапан вакуумный воздушный пусковой КВВзП предназначен для удержания заданного проектом уровня пневмодавления с водо-воздушно, воздушно, водовакуумно и вакуумно заполненными питательно-распределительными секциями спринклерных систем в дежурном режиме и обеспечения при сработке побудительного устройства вскрытия затвора узла управления. Основные характеристики клапана приведены в таблице 1.

Разработанная лабораторная установка позволяет проводить экспериментальные исследования работоспособности, а также оценить влияние коррозии на составные элементы установок спринклерных установок пожаротушения с вакуумным заполнением питательно-распределительной сети,

### ЛИТЕРАТУРА

1. Пахомов В.П., Чириков В.В. Повышение надежности спринклерных установок пожаротушения по исключению ложных срабатываний. "Пожарная автоматика 2009".

2. Технический кодекс установившейся практики. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-190-2010 (02250). Введ. 19.04.2010. – Минск: Стройтехнорм: Изд-во «Минсктиппроект», 2010 – 77 с.

3. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

4. Corrosion in Sprinkler Systems. A European Fire Safety Coalition. June 2009, 9p.

5. NFPA 13: Standard For The Installation Of Sprinkler Systems. 2013 Edition, 424 p.

6. NFPA 25: Standard For The Inspection, Testing, And Maintenance Of Water-Based Fire Protection Systems. 2011 Edition, 143 p.

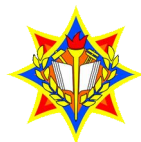
7. Проектирование, монтаж и эксплуатация пластиковых трубопроводов Акватерм Firestop в водозаполненных спринклерных установках пожаротушения. Технические условия. Введ. 29.10.2007. – М: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2007 – 75 с.

8. Система ХПВХ трубопроводов и фитингов BlazeMaster. Руководство по монтажу. Tyco Fire Suppression and Building Products. 2008, 92 с.

9. Система KAN-therm Sprinkler, 2015 – 12 с.

10. Система Geberit Mapress // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geberit.by/>. – Дата доступа: 29.02.2016.

11. Чубаров Р.А., Жилина А.Р. Водовакуумная и водовоздушная установка автоматического пожаротушения // Заявка на изобретение №22001100431/26 (2011.03.17).



## **МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВЗРЫВОУСТОЙЧИВОСТИ ЗДАНИЙ ПРОТИВ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО РАЗРУШЕНИЯ**

*Тищенко В.А.*

*Институт государственного управления в сфере гражданской защиты,  
г. Киев.*

Обеспечение огнестойкости строительных конструкций и зданий в целом - основа системы противопожарной защиты зданий. Огнестойкость является международной пожарно-технической характеристикой, которая регламентируется строительными нормами и правилами, и характеризует способность конструкций оказывать сопротивление действия пожара. В связи с этим огнестойкость является базовым элементом всей системы противопожарной защиты зданий, поскольку служит определяющим параметром для выбора других элементов защиты.

Запас прочности основных конструкций здания играет спасительную роль и при возникновении комбинированных особенных действий типа "удар - взрыв - пожар". Именно этот ресурс сопротивляемости конструкций действия пожара и позволил башням Всемирного торгового центра продержаться несколько десятков минут к наступлению прогрессирующего разрушения. Это позволило спасти десятки тысяч жизней людей, которые находились в этих и прилегающих зданиях.

В строительных нормах огнестойкость используется также как основной показатель при проектировании такого элемента СПЗ как противопожарные препятствия. Для разных видов противопожарных препятствий как характеристики, которые регламентируются, используется значение их "предела огнестойкости". Предел огнестойкости здания является начальной характеристикой при проектировании и эвакуации людей и противодымной защиты, проектировании инженерных систем здания, систем пожарной сигнализации, и так далее. Многочисленные испытания строительных конструкций на огнестойкость позволили обнаружить главные причины и характер разрушения при действии огня на железобетонные, стальные, деревянные и другие конструкции. Обобщение результатов огневых испытаний дало возможность создать каталог справочных данных, с помощью которого можно определять значение фактических пределов огнестойкости основных строительных конструкций.

Предел огнестойкости здания является начальной характеристикой при проектировании эвакуации людей и противодымной защиты, проектировании инженерных систем здания, систем пожарной сигнализации, и так далее. Многочисленные испытания строительных конструкций на огнестойкость позволили обнаружить главные причины и характер разрушения при действии огня на железобетонные, стальные, деревянные и другие конструкции. Обобщение результатов огневых испытаний дало возможность создать каталог

справочных данных, с помощью которых можно определять значение фактических пределов огнестойкости основных строительных конструкций [1].

#### Особенные требования к огнестойкости высотных зданий

Здания высотой до 16 этажей подразделяются на 5 степеней огнестойкости: I-V. Под понятием огнестойкости строительных конструкций подразумевается их свойство сохранять несущую и ограждающую способность в условиях пожара. Огнестойкость строительных конструкций характеризуется пределом огнестойкости. Предел огнестойкости строительных конструкций определяется временем (в ч) от начала испытаний конструкции на огнестойкость до возникновения признаков нарушения несущей способности [3].

К конструкциям зданий I степени огнестойкости предъявляются самые жёсткие требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня. Самые минимальные требования предъявляются к зданиям V степени огнестойкости, конструкции которых могут выполняться (за исключением противопожарных преград) из горючих материалов без нормируемых показателей огнестойкости. Различают фактическую и требуемую степени огнестойкости здания. Фактическая степень огнестойкости здания  $O_f$  – это действительная степень огнестойкости запроектированного или построенного здания, определяемая по результатам экспертизы строительных конструкций зданий и нормативным положениям [2].

Многофункциональные здания высотой больше 16 этажей должны иметь особенную меру огнестойкости. В соответствии с этим к огнестойкости конструкций зданий, которые относятся к особенной мере огнестойкости, также предъявляются особенные требования в сторону их увеличения.

Перечислим некоторые основные требования:

- конструкции этих зданий должны выполняться из материалов, которые не сгорают.
- минимальные пределы огнестойкости конструкций многофункциональных зданий повышенной поверхностью, которые имеют особенную меру огнестойкости, должны быть не меньше:
  - несущие стены – REI 180;
  - противопожарные стены – REI 180;
  - колонны – EI 180;
  - стены лестничных клеток – REI 180;
  - элементы перекрытий (балки, ригели, рамы, фермы) – R 180;
  - противопожарные перекрытия – REI 180;
  - конструкции лифтовых шахт, которые защищают, – REI 90;
  - конструкции шахт пожарных лифтов, которые защищают, – REI 120;
  - конструкции коммуникационных шахт, которые защищают, – REI 60.

Средняя пожарная нагрузка этих зданий не должна превышать 50 кг/м<sup>2</sup> (при пересчете на древесину). Для зданий высотой больше 100 м предел огнестойкости перечисленных выше основных конструкций рекомендуется увеличивать еще на 1 час. Это требование представляется избыточным, таким,



которое приводит к удорожанию строительства, сложностей, при проектировании сверхвысоких зданий. Фактически идет речь о требовании использовать при высотном строительстве конструкции, которые при стандартном испытании на огнестойкость должны делать сопротивление температурам к 1100°C на протяжении 4 часов. Это отвечает пожарной нагрузке в помещении, в эквиваленте древесины, свыше 150 кг/м<sup>2</sup>, что превышает реальные и допустимые значения пожарной нагрузки в помещениях высотных зданий в 2 раза. Например, в двух 110-этажных административных зданиях Всемирного торгового центра в Нью-Йорке пожарная нагрузка в помещениях офисов во время событий 11 сентября 2001 года составляло 40 кг/м<sup>2</sup> в эквиваленте древесины, а согласно норм, допустимая пожарная нагрузка в помещениях высотных зданий не должна превышать 50 кг/м<sup>2</sup>. В связи с этим, представляется возможным ограничить требования норм к максимальной огнестойкости конструкций высотных зданий величиной 180 минут (3 часа).

Обеспечение взрывозащиты зданий, которые имеют или могут иметь взрывоопасные помещения

Основным опасным фактором взрыва является избыточное давление продуктов взрывного горения. К опасным факторам взрыва относятся также повышенная температура, обрушения конструкций, коммуникаций, и их части, которые разлетаются. Особенная опасность взрывов для строительных объектов заключается в том, что повреждение и разрушение этих объектов происходит очень быстро. Противовзрывная защита здания, имеет или может иметь взрывоопасные помещения, заключается в применении специальных технических решений, которые позволяют при возникновении взрыва в помещении снизить избыточное давление взрыва в этом помещении до уровня, безопасного для основных несущих конструкций здания. Как противовзрывная защита здания используются так называемые "легкосбрасываемые конструкции" (ЛСК), роль которых в большинстве случаев выполняет застекление отверстий взрывоопасных помещений.[1]. К легкосбрасываемым конструкциям относятся стеновые и крышечные панели, окна, распашные двери и ворота, а также прочие ограждающие конструктивные элементы, разрушение или открывание которых при взрыве происходит при избыточном давлении, не превышающем допустимого для основных несущих и ограждающих конструкций здания [2]. При возникновении взрыва в помещении застекленные отверстия раскрываются и обеспечивают сброс продуктов взрывного горения в окружающую среду. При достаточной площади ЛСК этот сброс продуктов взрывного горения обеспечивает безопасный для основных несущих конструкций здания уровень избыточного давления в аварийном помещении [1].

Из вышеизложенного следует, что легкосбрасываемые конструкции следует применять в зданиях и помещениях с взрывоопасными производствами категорий А и Б по пожарной опасности. Их требуемая площадь определяется

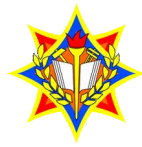
расчётом, а при отсутствии расчётных данных не менее 0,005 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> объёма помещения категории А и не менее 0,03 м<sup>3</sup> объёма помещения категории Б [2].

### ЛИТЕРАТУРА

1.Заходи по забезпеченню стійкості будівель проти прогресуючого руйнування. [Електронний ресурс] Режим доступу: expert12.com.ua

2.Пожарная профилактика в строительстве. Б.В. Грушевський, Н.Л. Котов, В.И. Сидорук, В.Г. Токарев, Е.Т. Шурин.Москва 1989.С-116,202,328.

3.Пожарная профілактика в строительном деле.Е.П.Комиссаров, Г.Н. Егоров, К.К. Ланців, Н.М.Чудаков. Москва 1972. С- 101.



## **АНАЛИЗ ПОДХОДОВ ПО ОЦЕНКЕ МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ЗДАНИЯМИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОЖАРА**

*Тетерюков А.В., Жамойдик С.М., Пастухов С.М., канд. техн. наук, доцент  
Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь, г. Минск*

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.

Под противопожарным разрывом согласно [1] понимается кратчайшее расстояние в свету между наружными стенами или другими конструкциями зданий (сооружений), а также до границ участков разработки и открытого залегания торфа и лесных массивов. При наличии в зданиях или сооружениях выступающих более чем на один метр конструкций, выполненных из горючих материалов, принимается расстояние между этими конструкциями.

На сегодняшний день существует два подхода к определению противопожарных разрывов: детерминированный (табличный) и расчетный.

Детерминированный метод заключается в определении нормативно-установленных значений противопожарных разрывов, указанных в действующих технических нормативных правовых актах (далее ТНПА) (в общем случае ТКП 45-2.02-242-2011 [1], а также разделы «Противопожарные требования» других ТНПА по особенностям проектирования зданий различного функционального назначения). Как правило, ТНПА регламентируют величины противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями в зависимости от класса их функциональной пожарной опасности и степени огнестойкости. Документы содержат также рекомендации о способах компенсации недостающей величины противопожарных разрывов, но не учитывают геометрического расположения зданий и сооружений и лишь косвенно учитывают наличие проемов в наружных стенах, что явно влияет на возможность возгорания соседних зданий при возможном пожаре.

Кроме того документы допускают величину противопожарного разрыва определять расчетом по соответствующим нормативным методикам, с учетом следующих условий [1]:

- величина теплового потока при возможном пожаре в здании (сооружении, наружной установке) не должна превышать минимальную интенсивность облучения строительных конструкций соседних зданий (сооружений, наружных установок) при продолжительности облучения, равным времени следования от ближайшего пожарного депо;
- величина избыточного давления взрыва при возможном взрыве в здании (сооружении, наружной установке) не должна приводить к сильным разрушениям соседних зданий (сооружений, наружных установок),

расположенных на территории предприятий, к средним разрушениям зданий (сооружений, наружных установок), расположенных на территории населенных пунктов.

Определение расчетной интенсивности теплового излучения при расчете противопожарных разрывов осуществляется как правило по ТКП EN 1991-1-2-2009 [2], СТБ 11.05.03-2010 [3], монографии М.Я.Ройтмана [4], учебном пособии В.Ф.Кудаленкина [5] и исследованиях E.Carlsson [6]. Суть расчетного метода заключается в определении величины теплового потока, передаваемого при пожаре на смежные здания, и основывается на законе Стефана-Больцмана, физический смысл которого заключается в определении количества передаваемого тепла путем излучения.

Методика, изложенная в СТБ 11.05.03-2010 [3], позволяет определять параметры пламени при возможном пожаре в наружной установке, при параллельном расположении объектов.

Методика E.Carlsson [6] позволяет определять противопожарные разрывы между зданиями, учитывая параллельное расположение объектов относительно друг другу. Также данная методика позволяет определять параметры пламени исходя из величины пожарной нагрузки и геометрических размеров здания.

Таблица 1 – Рекомендации по определению неизвестных параметров, необходимых для расчета величины теплового потока

№ п/п	Наименование источника	Определение противопожарных разрывов при возможном пожаре в:			Определение углового коэффициента облученности при взаимном расположении пламени и здания:			Определение параметров пламени исходя из величины пожарной нагрузки и геометрических размеров здания:			
		наружной установке	складе твердых горючих материалов	здании	параллельное расположение $\alpha < 0^\circ$	перпендикулярное расположение $\alpha = 90^\circ$	под углом $0^\circ < \alpha < 180^\circ$	вертикальная проекция пламени	горизонтальная проекция пламени	ширина пламени	температура на поверхности пламени
1	СТБ 11.05.03	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-
2	М.Я.Ройтман	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
3	В.Ф.Кудаленкин	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
4	E.Carlsson	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
5	ТКП EN 1991-1-2	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Методика, описанная М.Я.Ройтманом [4], позволяет определять противопожарные разрывы при возможном пожаре в наружной установке, складе твердых горючих материалов и здании.

Методика определения плотности теплового потока по ТКП EN 1991-1-2-2009 [2] позволяет определять параметры пламени исходя из пожарной нагрузки и геометрических параметров здания, учитывая вид используемой вентиляции в пожарной секции, учитывая параллельное, перпендикулярное и под углом отличным от 90 и 180 градусов, расположение объектов относительно друг другу.

Проведя анализ существующих подходов к определению противопожарных разрывов, были разработаны рекомендации по определению неизвестных параметров, необходимых для расчета величины теплового потока возможного пожара и сведены в таблицу 1.

Принудительная вентиляция

Файл О программе

Параметры пожара

Расчетная удельная пожарная нагрузка:

Продолжительность свободного развития пожара (сек.):

Начальная температура пожара (К.):

Скорость ветра, влажность (м./сек.):

Осевое расстояние от окна до расчетной точки (м.):

Параметры здания

Длина (м.):  Ширина (м.):  Высота (м.):

Площадь (м.кв.):   Ручной ввод

Объем (м.кв.):   Ручной ввод

Количество стен (шт.):

Стены

Ширина стены, (м):

Номер проема	Высота	Ширина	Площадь	
1	0	0	0	<input type="button" value="Удалить"/>

Площадь остекления на стене (м.кв.):   Ручной ввод

Общая площадь остекления (м.кв.):   Ручной ввод

Рис. 1 – Программный продукт для расчета параметров пламени

Из анализа определения основных параметров пламени по рассмотренным методикам можно сделать вывод, что методики описанные в ТКП EN 1991-1-2-2009 [2] и E.Carlsson [6] позволяют более точно определять параметры пламени, учитывая геометрические параметры и удельную пожарную нагрузку в пожарной секции. Однако методика E.Carlsson [6] в

отличии от ТКП EN 1991-1-2-2009 [2] не учитывает вид используемой вентиляции в помещении.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что каждая из рассматриваемых выше методик учитывает лишь частные случаи расположения зданий посредством углового коэффициента облученности  $\phi$  и размеры пламени. Из таблицы 1 видно, что методика, изложенная в ТКП EN 1991-1-2 [2], является более универсальной за счет учета большего количества параметров зданий.

На основании проведенного анализа был разработан программный продукт для определения параметров излучающей поверхности в помещениях с использованием принудительной вентиляции (см. рисунок).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ограничение распространения пожара. Противопожарная защита населенных пунктов и территорий предприятий. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-242-2011. Введ. 01.01.2012. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2011. – 27 с.

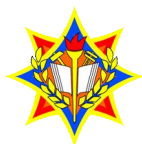
2. Еврокод 1. Воздействие на конструкции. Часть 1-2. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости: ТКП EN 1991-1-2-2009. Введ. 01.01.2010. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2010. – 48 с.

3. Система стандартов пожарной безопасности. Пожарная безопасность технологических процессов. Методы оценки и анализа пожарной опасности. Общие требования: СТБ 11.05.03-2010. – Введ. 28.04.2010. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 76 с.

4. Ройтман, М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве / - М.: Стройиздат, 1985.

5. Кудаленкин, В.Ф. Пожарная профилактика в строительстве / - М: ВИПТШ МВД СССР, 1985. – 453 с.

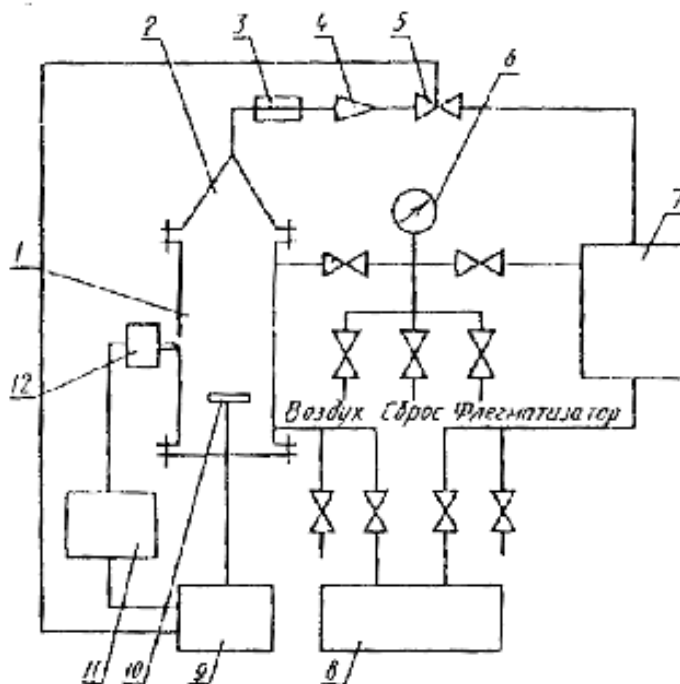
6. Emil Carlsson, External fire spread to adjoining buildings – A review of fire safety design guidance and related research, Department of Fire Safety Engineering Lund University, Sweden, 1999. – 125 p.



## ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЗРЫВА ПЫЛЕВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ 12.1.044-89

*Черняков П.О., Кикинёв В.В., канд. техн. наук  
Государственное учреждение образования «Гомельский инженерный  
институт» МЧС Республики Беларусь, г. Гомель*

Структурная схема установки для определения показателей взрыва пылевоздушных смесей в соответствии с [1] приведена на рисунке 1.



1 - реакционный сосуд; 2 - конус распылителя; 3 - форкамера; 4 - обратный клапан; 5 - клапан с электроприводом; 6 - манометр; 7 - ресивер; 8 - газоанализатор; 9 - пульт управления; 10 - источник зажигания; 11 - регистрирующая аппаратура; 12 - датчик давления.

Рис. 1 — Структурная схема установки для определения показателей взрыва пылевоздушных смесей

Основными элементами указанной установки являются:

**Реакционный сосуд**, представляющий собой цилиндр высотой (450-25) мм и внутренним диаметром  $(105 \pm 5)$  мм, выполненный из нержавеющей стали и рассчитанный на рабочее давление до 1 МПа.

**Система газоприготовления** и распыления исследуемого вещества, рассчитанная на рабочее давление до 1 МПа и состоящая из:

- конусного распылителя с углом раствора  $(30 \pm 5)^\circ$ , который является верхней крышкой реакционного сосуда и выполнен из нержавеющей стали;
- форкамеры, в которую помещают образец исследуемого вещества;

- обратного клапана и клапана с электроприводом;
- ресивера с трубопроводами вместимостью  $(1,0 \pm 0,2) \text{ дм}^3$ ;
- манометра класса точности 0,25.

Источник зажигания, представляющий собой нагреваемую электрическим током до температуры  $(1050 \pm 50)^\circ\text{C}$  спираль.

Система регистрации давления, состоящая из датчика давления и вторичных приборов, обеспечивающая непрерывную или дискретную запись изменения давления во времени в частотном диапазоне от 0 до 300 Гц с верхним пределом измерения не менее 1 МПа. Контроль содержания кислорода в реакционном сосуде и ресивере осуществляют газоанализатором.

Пульт управления, обеспечивающий электропитание и синхронизацию в заданной последовательности работы системы распыления, источника зажигания и системы регистрации.

Проведение эксперимента включает следующие два этапа:

Подготовка к испытаниям:

- Устанавливают соответствие исследуемого вещества паспортным данным по внешнему виду, влажности, зольности, а для плавящихся веществ - дополнительно по температуре плавления.

- Исследуемые вещества рассеивают; при испытании используют образцы с размерами частиц менее 50 мкм для металлов и менее 100 мкм - для других веществ.

- Проверяют стальной реакционный сосуд на герметичность.

- Тарируют систему регистрации давления.

- Пригодность установки к работе проверяют по ликоподию (ГОСТ 22226), показатели взрыва которого должны быть равны: максимальное давление взрыва  $(620 \pm 85) \text{ кПа}$ , нижний концентрационный предел  $(34 \pm 8) \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ , минимальное взрывоопасное содержание кислорода  $(10,2 \pm 1,0) \% \text{ об.}$

Проведение испытаний:

- Готовят газовую смесь заданного состава отдельно в реакционном сосуде и в ресивере по парциальным давлениям компонентов ( $p_k$ ).

В реакционном сосуде готовят газовую смесь с таким расчетом, чтобы общее давление газовой смеси превышало атмосферное не менее чем на 50 кПа. Затем сбрасывают избыточное давление через газоанализатор, определяя при этом содержание кислорода в реакционном сосуде.

В ресивере готовят газовую смесь с таким расчетом, чтобы общее давление газовой смеси превышало атмосферное не менее чем на 350 кПа. Затем сбрасывают избыточное давление через газоанализатор до начального давления распыления ( $p_n$ ), равного  $(300 \pm 10) \text{ кПа}$ , определяя при этом содержание кислорода в ресивере. Различие концентрации кислорода в реакционном сосуде и ресивере не должно превышать 0,5 % об.

- Взвешивают образец исследуемого вещества с погрешностью не более 0,01 г и помещают его в форкамеру.

- Устанавливают на пульте управления продолжительность распыления образца. Включают источник зажигания и по выходу последнего на режим



распыляют образец, фиксируя при этом изменение давления в реакционном сосуде и конечное давление ( $p_k$ ) в ресивере. После распыления образца определяют массу оставшегося в форкамере нераспыленного вещества.

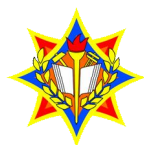
- Очищают реакционный сосуд от остатков вещества и продуктов горения. Продувают реакционный сосуд, ресивер и трубопроводы воздухом.

- Повторяют испытания с различными по массе образцами исследуемого вещества.

Вышеприведенные требования [1] были учтены при разработке в ГУО «Гомельский инженерный институт» упрощенной установки аналогичного назначения, предназначенной в основном для демонстрационных целей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.044-89 «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».



## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИИ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Шарианов А.Я. к.ф.-г.н., доцент*

*Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков*

В современных условиях актуальна задача разработки экономически оптимальных и эффективных противопожарных мероприятий осуществляется с помощью прогноза динамики опасных факторов пожара (ОФП), что невозможно без математического моделирования процесса развития пожара. Над методами прогнозирования опасных факторов пожара работают многие исследователи [1, 2]. В частности этими вопросами занимаются в Государственной Академии противопожарной службы МЧС РФ [3]. Много разработок существует также за рубежом, где исследования дошли до стадии внедрения соответствующих программных продуктов среди обычных пользователей [4]. Аналогичные вопросы исследуют и в НУГЗУ. В ходе моделирования в зависимости от целесообразности используют три отличающихся полнотой описания класса моделей: интегральные, зонные и полевые (дифференциальные). В данной работе используется самая простая из них - интегральная модель. Её основные положения и соответствующие уравнения подробно изложены, например, в работе [3]. В уравнениях интегральной модели пожара искомыми являются среднеобъемные параметры газовой среды (температура, плотность и концентрации компонент газовой среды, оптическая плотность), а независимой переменной является время. Кроме этих переменных, уравнения содержат целый ряд других физических величин, конкретный вид которых устанавливается путем привлечения данных из теории теплообмена, теории аэрации, теории горения.

В НУГЗУ в компьютерной среде Matlab-6 в рамках интегральной модели создана компьютерная программа, моделирующая динамику ОФП. Данную программу можно использовать в случае помещения, связь которого с внешней средой осуществляется через два прямоугольных произвольно расположенных проема. В помещении также можно ввести произвольную принудительную вентиляцию. Кроме того возможен учет работы системы тушения пожара инертными газами (азотом, углекислым газом или аргоном), включение которой может быть как ручным, так и автоматическим. Очаг пожара определяется заданием функциональной зависимостью от времени площади пожара и теплофизическими характеристиками горючего вещества.

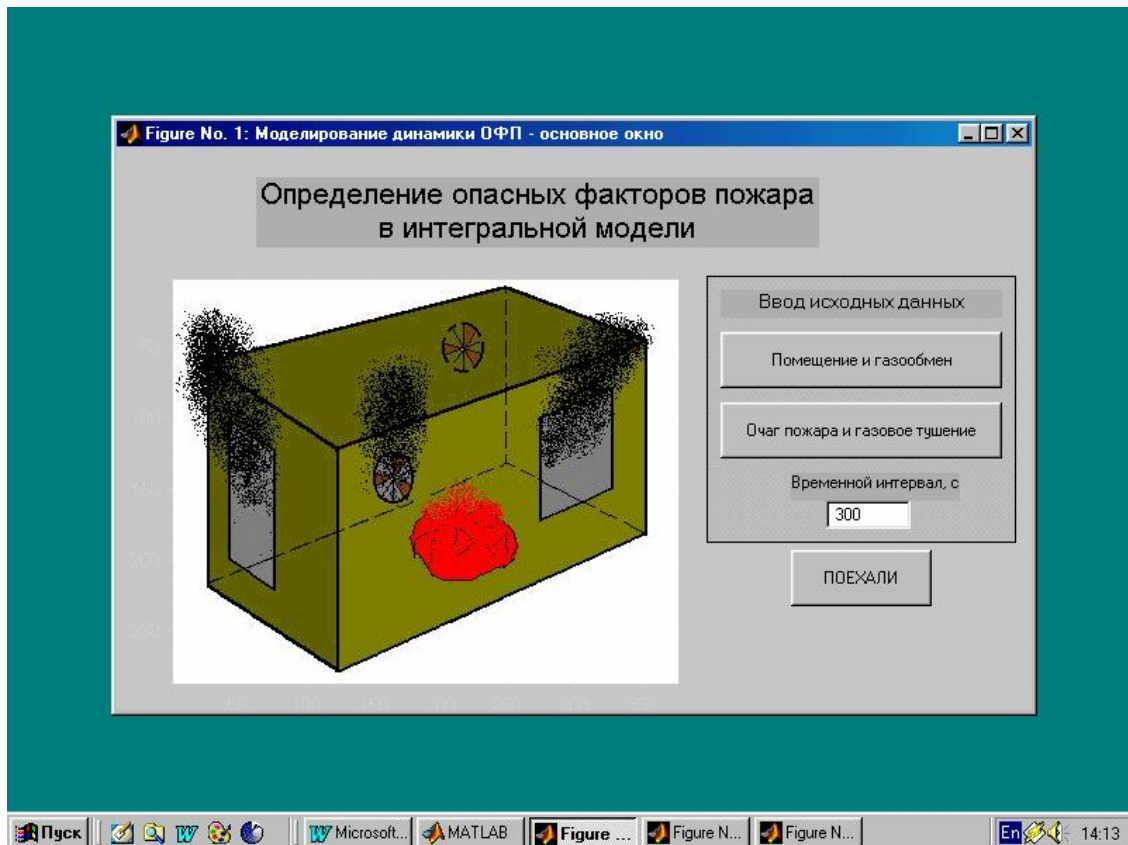


Рис. 1 - Основное окно программы

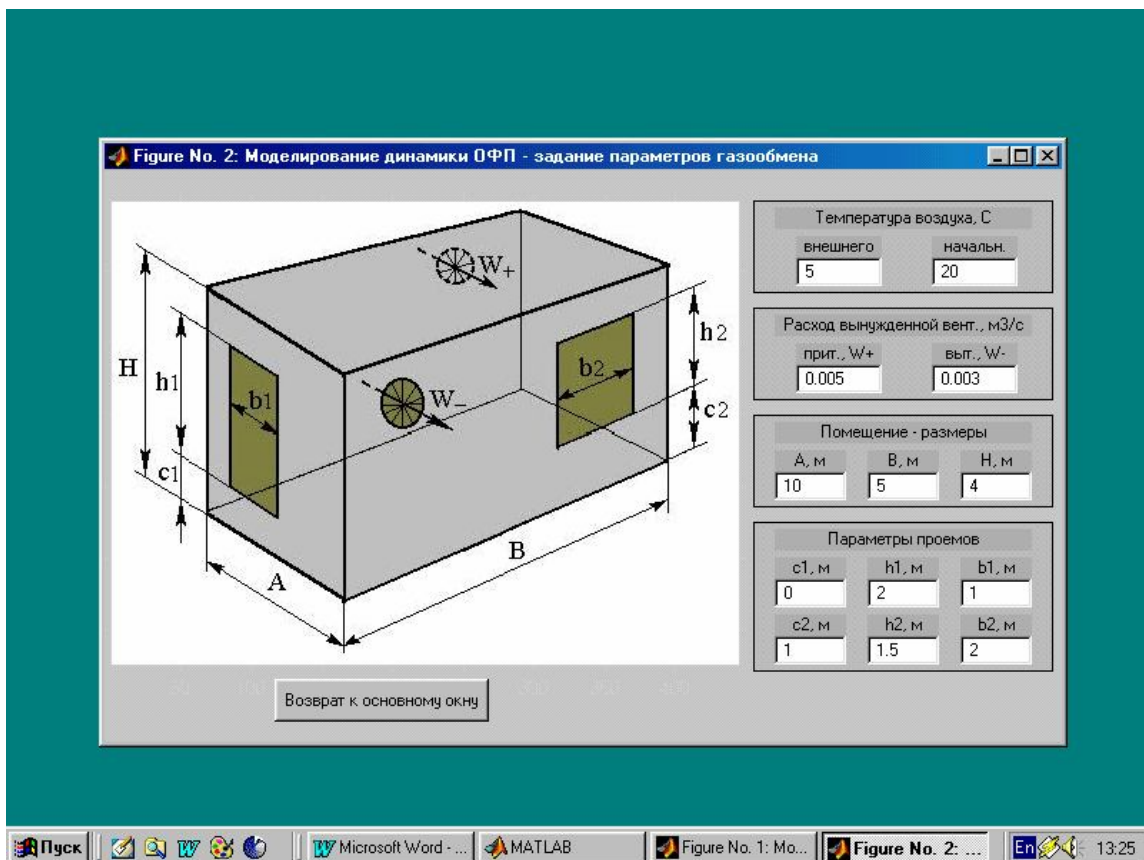


Рис. 2 - Окно задания параметров газообмена

На выходе программа предоставляет пользователю графики зависимости от времени: 1) среднеобъемных концентраций компонент газовой среды в помещении; 2) среднеобъемной температуры среды; 3) скорости выгорания топлива.

Работа программы начинается с ввода команды start в командном окне среды Matlab. Как результат, если программа определения ОФП установлена на компьютере, появляется главное окно программы (смотри рисунок 1).

В данном окне задается время рассмотрения, и осуществляется переход к двум вспомогательным окнам, который инициируется нажатием кнопок "Помещение и газообмен" и "Очаг пожара и газовое тушение". После ввода всех исходных данных нажатием кнопки "Поехали" запускается расчетная часть программы.

Нажатие на кнопку "Помещение и газообмен" приводит к переходу в соответствующее окно (смотри рисунок 2). В этом окне происходит задание:

- 1) температуры воздуха вне помещения и в помещении перед пожаром;
- 2) объемного расхода проточной и вытяжной принудительной вентиляции;
- 3) размеров (А - длина, В - ширина и Н - высота помещения);
- 4) параметров двух уровней проемов (с – расстояние от пола до нижнего края данного уровня, h – высота проема b – общая ширина проемов данного уровня).

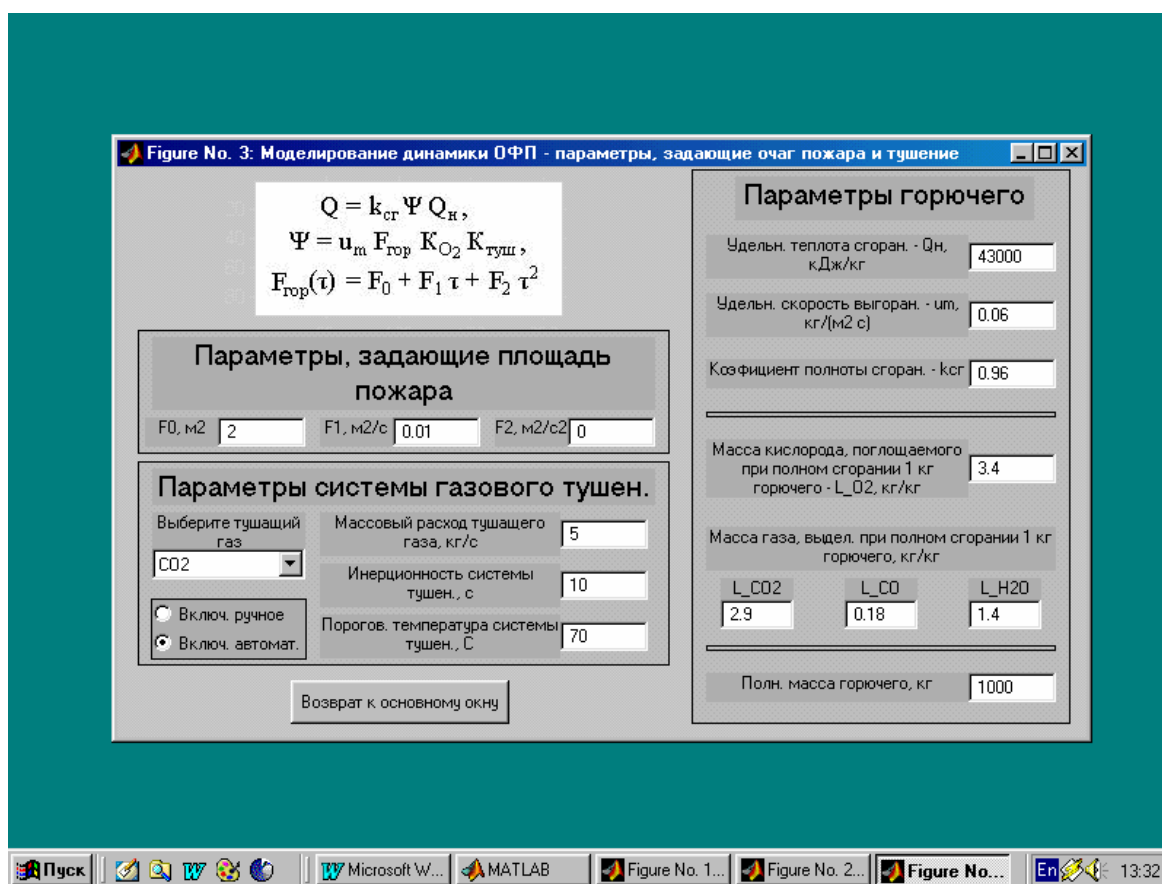


Рис. 3 - Окно задания параметров очага пожара и системы тушения пожара

Нажатие на кнопку "Очаг пожара и газовое тушение" основного окна программы приводит к переходу в соответствующее окно (рисунок 3), где задается три группы параметров.

Параметры топлива:

- 1) удельная теплота сгорания;
- 2) удельная скорость выгорания;
- 3) коэффициент полноты сгорания;
- 4) масса кислорода, поглощаемого при полном сгорании 1 кг топлива;
- 5) масса углекислого газа, выделяющаяся при полном сгорании 1 кг топлива;
- 6) масса оксида углерода, выделяющаяся при полном сгорании 1 кг горючего;
- 7) масса водяного пара, выделяющаяся при полном сгорании 1 кг топлива;
- 8) общая масса топлива.

Три параметра программы, задающие площадь пожара: 1)  $F_0$ ; 2)  $F_1$ , 3)  $F_2$ , предполагают квадратичную зависимость площади горения  $F_{гор}$  от времени  $\tau$ :

$$F_{гор}(\tau) = F_0 + F_1 \cdot \tau + F_2 \cdot \tau^2.$$

В данной программе предусмотрено автоматическое ограничение площади горения площадью пола ( $F_{гор}(\tau) \leq A \cdot B$ ).

В данном окне задаются параметры системы газового тушения.

Прежде всего осуществляется выбор инертного газа ( $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $Ar$ , газа нет).

Далее выбирается режим включения системы тушения и массовый расход тушащего газа.

В случае выбора ручного включения задается момент включения, с, а в случае выбора автоматического включения задаются два параметра:

- 1) инерционность системы тушения, с;
- 2) температурный порог срабатывания системы тушения, °С.

После задания всех данных осуществляется возврат к основному окну программы, в котором нажатием кнопки "Поехали" запускается расчетная часть. Характерное время работы программы несколько минут, в течение которых к программе лучше не обращаться.

После окончания расчетов на экран монитора выводятся дополнительно три окна (смотри рисунки 4-6)

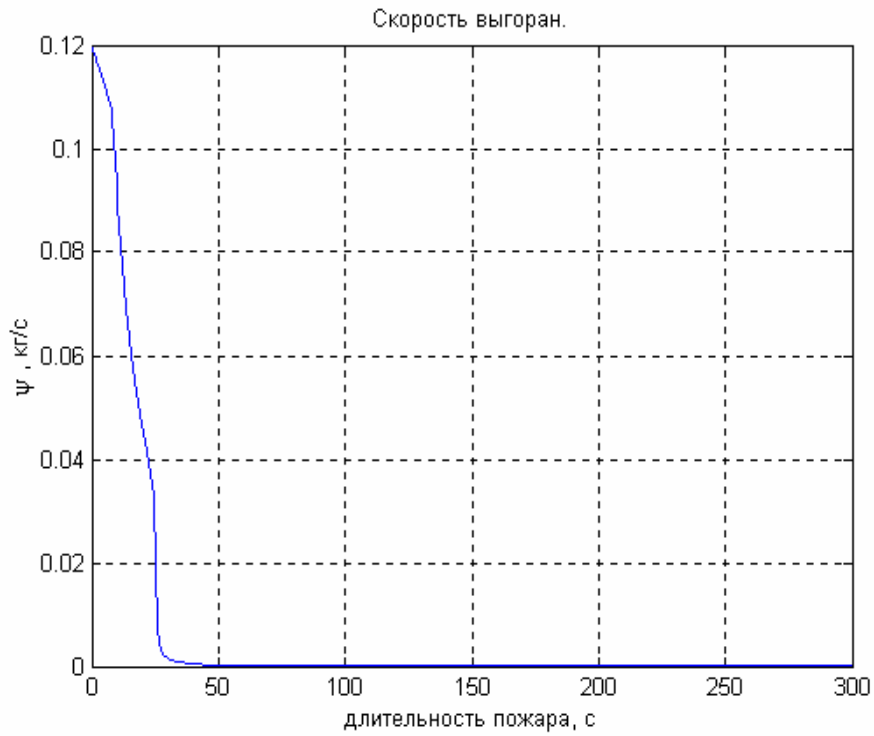


Рис. 4 - График зависимости скорости выгорания от времени

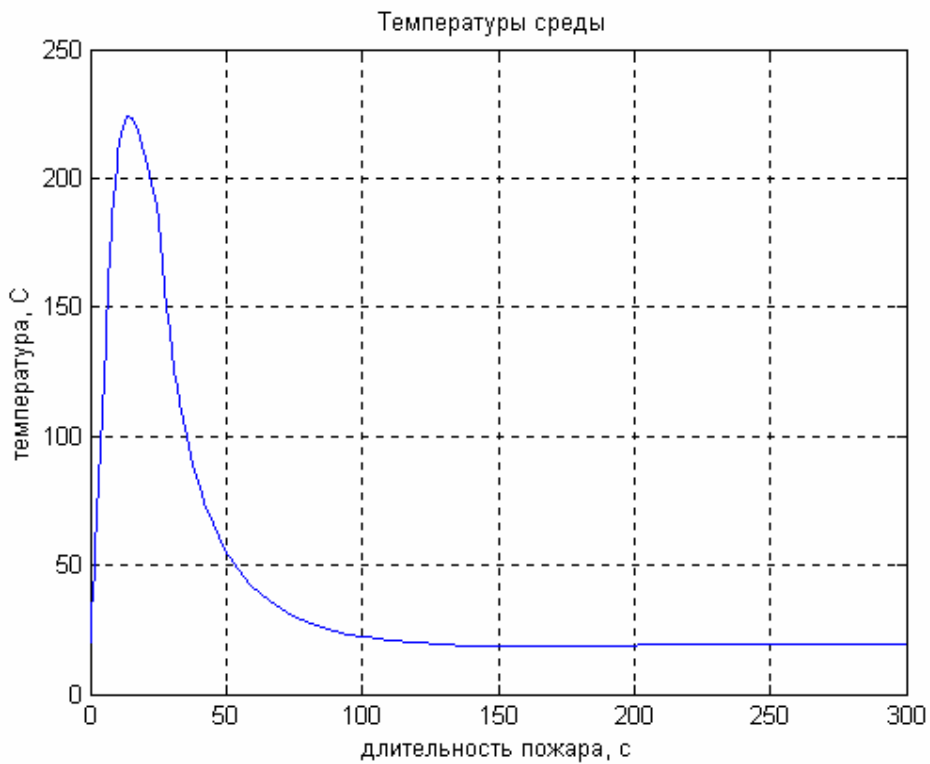


Рис. 5 - График зависимости среднеобъемной температуры среды от времени

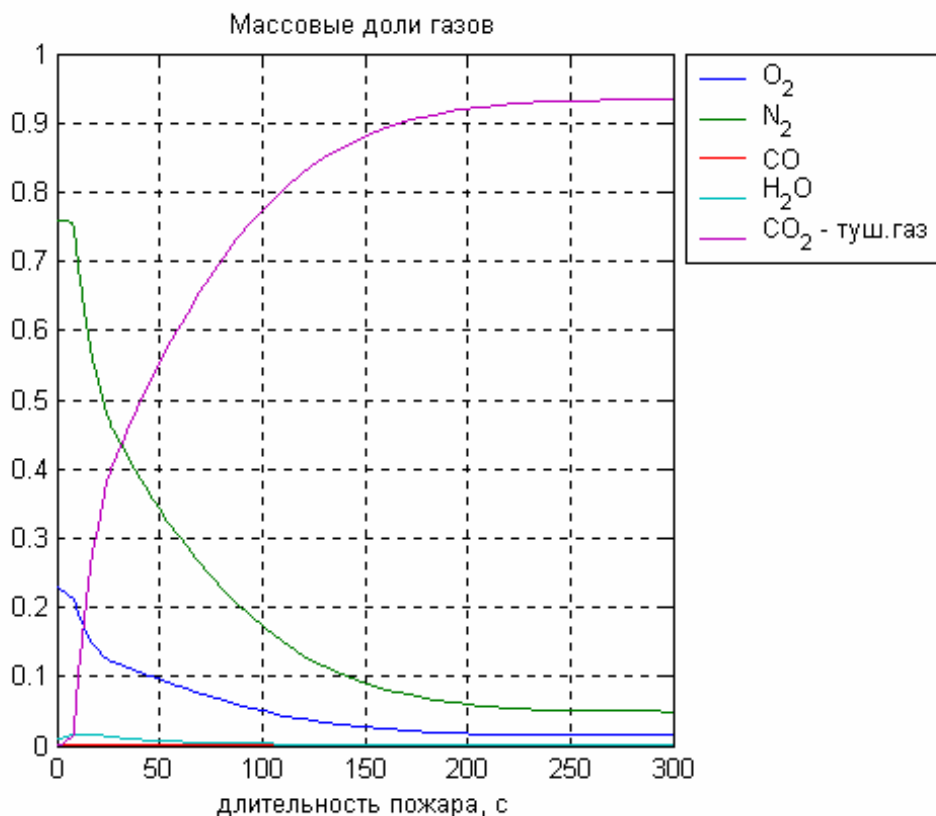
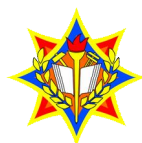


Рис. 5 - График зависимости среднеобъемных массовых долей компонент газовой среды от времени

### ЛИТЕРАТУРА

1. Астапенко В.М., Кошмаров Ю.А., Молчадский И.С., Шевляков А.Н. Термогазодинамика пожаров в помещениях. – М.: Стройиздат, 1988. – 448 с.
2. Драйздел Д. Введение в динамику пожаров. Пер. с английского.: - М.:Стройиздат, 1990. - 421 с.
3. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. М.: Академия ГСП МВД России, 2000. – 118 с.
4. McGrattan, K.B. and G.P.Forney. "Fire Dynamics Simulator: User's Guide." NISTIR 6469. Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology, 2000.



Научное издание

# **ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Сборник материалов международной заочной научно-практической  
конференции

(28 апреля 2016 года)

Ответственный за выпуск *А.Н. Кранцевич*  
Компьютерный набор и верстка *А.Н. Кранцевич*

Издатель:

Государственное учреждение образования  
«Институт переподготовки и повышения квалификации»  
Министерства по чрезвычайным ситуациям  
Республики Беларусь

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/89 от 18.11.2013.

222515, Минская обл., Борисовский район, пос. Светлая Роща