

**Кокшетауский технический институт  
Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан**

**Академия государственной противопожарной службы МЧС России**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

**Уральский институт ГПС МЧС России**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
IX МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО СЕМИНАРА  
«ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ»**

Кокшетау 2020

УДК 614.84  
ББК 38.96

Материалы IX Международного научного семинара в режиме видеоконференцсвязи «Пожарная безопасность объектов хозяйствования» – Кокшетау, КТИ КЧС МВД РК, 22 мая 2020 г.

**Редакционная коллегия:** Шарипханов С.Д., Бутко В. С., Гавкалюк Б. В., Раимбеков К.Ж, Карменов К.К., Альменбаев М.М., Макишев Ж.К., Шуматов Э.Г.

**ISBN 978-601-7978-25-9**

Печатается по Плану Научных исследований и опытно-конструкторских работ Кокшетауского технического института Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан на 2020 год.

**ISBN 978-601-7978-25-9**

© Кокшетауский технический институт  
КЧС МВД Республики Казахстан, 2020

*Т. К. Акжанов<sup>1</sup>, А. Ж. Мендыбаев<sup>1</sup>, М. М. Данилов<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

*<sup>2</sup>Академия ГПС МЧС России, г. Москва*

## **ЭВАКУАЦИЯ ПОСТРАДАВШЕГО ПОЖАРНОГО**

Идея создания специально подготовленных пожарных команд, предназначенных исключительно для спасения самих же пожарных, не нова. На данный момент наличие возможностей и ресурсов для решения задач спасения пожарных является обязательным стандартом для всех подразделений противопожарной службы Республики Казахстан.

Команда немедленного реагирования — это специально сформированные оперативные группы из числа наиболее подготовленных пожарных для эвакуации травмированного, потерявшего сознание, заблокированного или потерявшего ориентацию в пространстве пожарного с места тушения пожара. Такие команды формируются из 4-6 наиболее подготовленных и опытных пожарных. Так как эвакуация травмированного, заблокированного или потерявшего ориентацию в пространстве пожарного требует значительных физических усилий, команда быстрого реагирования в составе двух человек может с этим не справиться. Порядок действий команды немедленного реагирования в случае получения сигнала о травме пожарного при тушении включает в себя:

- обнаружение пострадавшего,
- оценку состояния пострадавшего пожарного и условия развития пожара в месте его обнаружения,
- подключение пострадавшего к спас устройству,
- вызов дополнительных сил и средств в случае необходимости, — транспортировка пострадавшего в безопасную зону [1].

Прибыв на место пожара, команда немедленного реагирования должна собрать всю имеющуюся информацию о развитии пожара, конструкции здания и возможной опасности для пожарных, осуществляющих тушение. Для этого команда приступает к сбору информации и оценке ситуации извне путем кругового обхода периметра здания. Такой обход выполняется независимо от аналогичной процедуры, выполняемой РТП в начале операции.

У пожарного должны быть выработаны навыки ориентации. То есть при тушении пожара он всегда должен знать, где выход, что находится справа, слева и сзади, четко определять тип комнаты — ванная, гостиная и т.д. А также знать свое местоположение в самой комнате, в том числе по отношению к мебели. Если обследование помещения начинается с левой стороны, то продолжать следует также по этой стороне, не переходя на правую сторону — иначе можно потерять ориентацию в комнате. Окна и двери являются основными ориентирами в помещении для пожарного и в случае необходимости — эвакуационными выходами. Поэтому пожарный всегда

должен представлять расположение ближайшего к себе окна или двери.

Спасатели команды немедленного реагирования могут быть вынуждены использовать окно как средство для извлечения пострадавшего пожарного из горящего здания в нескольких случаях. Во-первых, после обнаружения пострадавшего тот путь, по которому они добрались до него, может быть отрезан. Во-вторых, в баллоне дыхательного аппарата пострадавшего пожарного может остаться слишком мало воздуха. Эвакуация пострадавшего через окно требует слаженных действий и команд, в ней должны быть задействованы двое спасателей — один, находящийся внутри помещения, и второй, оказывающий помощь при извлечении снаружи здания. Эвакуация пострадавшего пожарного через окно силами одного спасателя, находящегося внутри помещения. Эта техника очень эффективна для подъема пострадавшего на подоконник, когда внутри помещения рядом с пострадавшим находится только один спасатель [2].

Одной из задач команды немедленного реагирования является установка лестниц вокруг дома для обеспечения путей эвакуации пожарных в случае опасности из-за неблагоприятного развития пожара. Лестницы и эвакуационные устройства в руках опытных спасателей могут означать для пострадавших пожарных путь к спасению. Но, как уже было упомянуто выше, наиболее безопасным способом эвакуации из здания являются внутренние лестницы, поэтому извлекать пострадавших лучше этим путем. Если это, конечно, возможно. Спасатели команды немедленного реагирования должны установить лестницы, ведущие к тому этажу, на котором развивается пожар, к этажу выше, по бокам и сзади здания, а также к крыше, для выхода пожарных, занимающихся дымоудалением. Если команда немедленного реагирования приступает к эвакуации пострадавшего через окна, положение и угол, под которым установлена лестница, становятся критичными. Для проведения эвакуации пострадавшего через окно лестница всегда должна быть установлена непосредственно под нижней рамой или подоконником окна. Боевка пострадавшего при спуске может задраться вверх, но это не будет препятствовать выполнению маневра и может служить большей устойчивости положения его головы и шеи. Техника спуска пострадавшего пожарного по лестнице «между ног» Пострадавший пожарный будет находиться на подоконнике ногами к спасателю, стоящему на лестнице. При выполнении этой техники дыхательный аппарат можно не снимать с пострадавшего, но тогда спуск будет более проблематичным. Спасатель может сместить дыхательный аппарат на бок пострадавшего, чтобы иметь возможность обхватить руками пожарного.

## Литература

1. Теревнев В.В., Теревнев А.В. Управление силами и средствами на пожаре. Учебное пособие / Под ред. докт. техн. наук, проф. Е.А. Мешалкина. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 234 с.

УДК 628.174.614

*Р.С. Асқаров, Е.Е. Капбаров*  
*Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

## **ЕЛДІ МЕКЕН (АУДАН) СУ КӨЗДЕРІНІҢ ПЛАНШЕТІН ДАЙЫНДАУ БОЙЫНША ӘДІСТЕМЕЛІК НҰСҚАУЛЫҚТЫ ӘЗІРЛЕУДІҢ ҰСЫНЫСТАРЫ**

2019 жылы Қазақстан Республикасы аумағында тіркелген Төтенше жағдайлардың 90% -ын Техногендік сипаттағы төтенше жағдайлар құрайды. Ал Техногендік сипаттағы жағдайлардың негізгі үлесі өндірістік және тұрмыстық өрттерге (97,8%) тиесілі, 2019 жылы 13 922 өрт болды, 704 адам зардап шеккен (16,7%-ға азайды), соның ішінде 323 адам қаза болды (25,4%-ға азайды), материалдық нұқсан 2 875,6 млн. теңгені (3,0%-ға өсті) құрады.

Өрт туындайтын негізгі объектілер: **64,4%-ы** тұрғын үй секторы, **17,4%-ы** көлік құралдары, **4,6%-ы** басқа ашық аумақтар, **4,3%-ы** ормандар, **3,1%-ы** сауда кәсіпорындары, **1,4%-ы** өндірістік мақсаттағы ғимараттар мен құрылыстар, **1,2%-ы** әкімшілік-қоғамдық ғимараттар, **1%-ы** ауылшаруашылық объектілері жатады. Жоғарыда көрсетілген талдаудан байқайтынымыз тіркелген өрттердің көбісі тұрғын үй секторында болған [3].

Елді мекендердегі өрттерді сөндіру кезінде судың үзіліссіз берілуі үшін сыртқы сумен қамтамасыз ету көздері қолданылады. Сыртқы өртке қарсы сумен жабдықтау көздеріне мыналар жатады:

- 1) өрт сөндіру гидранттары бар сыртқы су құбыры желілері;
- 2) табиғи және жасанды су көздері.

Қалалық елді мекендерде өрт сөндіру гидрантарының орналасу орнын тез арада анықтау өрт кезінде бөлімшелердің тез арада өртті оқшаулап, оны жою уақытын азайтады.

Қазақстан Республикасы Ішкі істер министрінің «Өртке қарсы қызметтің жұмыс жарғысын бекіту туралы» 2017 жылғы 26 маусымдағы № 445 бұйрығына сәйкес гарнизон қызметін регламенттейтін құжаттар тізбесінде «Елді мекен (аудан) су көздерінің планшети» болуы көзделген[1].

Бірақта мемлекеттік өртке қарсы қызмет органдарының жұмысын регламенттейтін немесе күнделікті қызметте пайдалануға арналған республикалық деңгейде біркелкіленген Елді мекен (аудан) су көздерінің планшетін дайындау жөнінде ешқандай әдістемелік нұсқаулық жоқ.

Су көздерінің планшеттері өрт сөндіру бөлімдерінің кезекші қарауылдары қызметінің құжаттары болып табылады. Олар су құбыры желілерінде, табиғи және жасанды су көздерінде өрт сөндіру кезінде жақын маңдағы өрт сөндіру

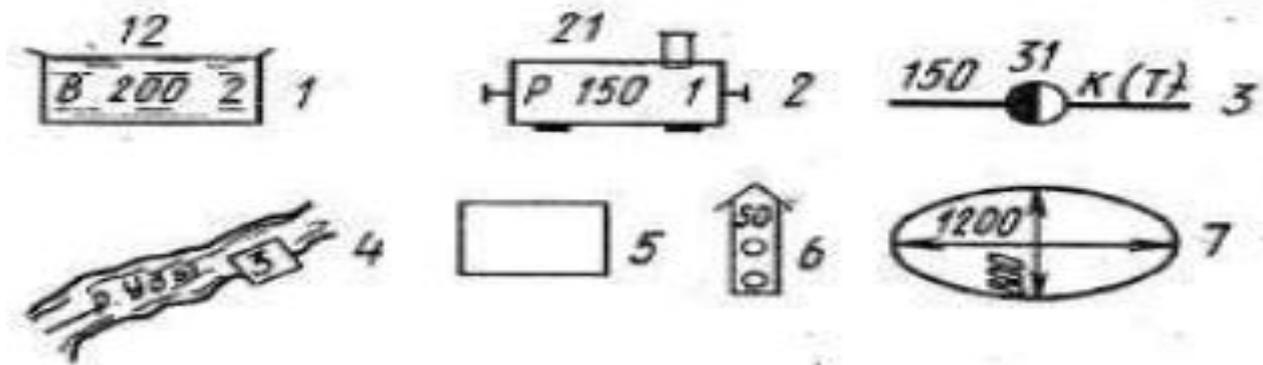
гидранттарын тез арада табуға, су құбыры желілерін сипаттайтын қажетті мәліметтерді алуға арналған. Олар сондай-ақ өрт сөндіру су көздеріне жоғары шақыру нөмірлері бойынша өрт сөндіруге келген күштерді орналастырғанда пайдаланады. Ұқыпты орындалған планшет жақын маңдағы өрт сөндіру гидранттарының немесе басқа да су көздерінің жанып жатқан объектіге орналасуын дер кезінде анықтауға ғана емес, сонымен қатар жеңдік желілерді төсеудің ең қысқа жолдарын белгілеуге және өртті сөндіруге су беруге мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде өрт сөндіру оқпандарын өрт ошағына ерте енгізуге, демек, оны уақытылы жоюға мүмкіндік береді.

Су көздерінің планшетін дайындауды тығыз қағазда орындалу ұсынылады. Онда барлық көшелер, қысқа көшелер, алаңдар, өтпе жолдар, даңғылдар, елді мекендер, өзендер, тоғандар, су айдындары, (резервуарлар), арналар, тұрғын үй құрылысы кварталдары, өнеркәсіп кәсіпорындары мен халық шаруашылығының аса маңызды объектілері, өрт сөндіру гидранттары бар және су құбыры желілерінің жекелеген учаскелерін ажырататын құрылғылар арқылы өрт сөндіру бөлімінің шығу ауданын контурлық жоспарлау көрсетіледі. Бұл ретте әрбір гидранттың, су айдынының (резервуардың) символына міндетті түрде қысқаша мәліметтер қойылуы тиіс: су көзі бағдарланатын үйдің нөмірі, су құбырының түрі, диаметрі, су айдынының (резервуардың) сыйымдылығы, пирстің сыйымдылығы, яғни, қанша өрт сөндіру автомобильдерін орнатуға арналған деректер көрсетіледі.

Сонымен қатар планшеттерде сусыз учаскелерді және өрт сөндіру үшін су беру нормативтерден төмен учаскелер белгіленеді. Көшелерде, өткелдерде және т.б. ғимараттардың орналасуын жақсы бағдарлау үшін олардың нөмірленуі бойынша барлық бұрыштық ғимараттарда олардың негізгі және екінші дәрежелі көшелерде нөмірлері көрсетілуі тиіс[2].

Планшетте қолданылатын шартты белгілер, белгілер, көрсеткіштер, жазулар, қаріп, түстер және басқа да деректер нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес болуы тиіс.

Планшеттің әрбір бөлігінің ортасында көшені (тұйық көше және т.б.) тез табу үшін қызмет ететін реттік нөмір, өрт шыққан үйдің нөмірі және жақын маңдағы су көздері қойылады. Планшеттің сол немесе өзге көше орналасқан бөлігі су көздерінің анықтамалығы бойынша анықталады, онда әрбір көше (тұйық көше) үшін ол орналасқан планшет бөлігінің нөмірі көрсетіледі. Мұндай көшелерді табу кілті планшеттің өзіне қосымша болуы мүмкін.



Сурет 1 - Планшеттегі негізгі шартты белгілер

1 – су қоймасы: В-су қоймасы; 200-сыйымдылығы, м<sup>3</sup>; 2-бір мезгілде жұмыс істей алатын өрт сөндіру автомобильдерінің (мотопомп) саны; 12 – үйдің нөмірі; 2-резервуар. сандар алдыңғы белгідегі сияқты дегенді білдіреді; 3 - өрт гидранты: 150 - су құбыры желісінің диаметрі, мм; К (Т су құбыры желісінің типі; К - сақиналы; (Т) - тұйықталған; 31- үйдің нөмірі; 4 – өзен, онда өрт пирсі орнатылған. 3 саны үш өрт сөндіру автомобилі (мотопомпалар) бір уақытта жұмыс істей алатынын білдіреді; 5 - Қалалық құрылыстары; 6 - жоғары қабатты ғимарат (50-үй нөмірі; 7-сусыз учаскелер (бозғылт-көгілдір түспен орындалады). сандар учаскенің өлшемін білдіреді, м [4].

Елді мекен (аудан) су көздерінің планшетін дайындау бойынша біркелкі әдістемелік нұсқаулықты дайындау өз кезегінде кезекші қарауыл қызметін жеңілдетіп, республика төңірегіндегі планшеттерді бір кейіпке келтіруге негіз болып табылады.

Болашақта Цифрлі Қазақстан бағдарламасы аясында бұл планшеттерді электронды бағдарламаға салып дамытуға жол ашылады.

#### Әдебиет

1. Өртке қарсы қызметтің жұмыс жарғысын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Ішкі істер министрінің 2017 жылғы 26 маусымдағы, № 445 бұйрығы.

2. ИвановЕ.Н. Противопожарное водоснабжение – М.:Стройиздат, 1986.

3. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://emer.gov.kz/ru/operativnaya-obstanovka/analiz-chs-po-respublike>.

4. ЮхименкоВ.Г. Начальнику дежурного караула о противопожарном водоснабжении. - М.: Стройиздат, 1986.

*А. С. Булат, преподаватель  
Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНОЙ СЛУЖБЫ**

Мир непрерывно развивается, а вместе с ним технологии и архитектура, создаются различные здания и сооружения различной сложности и этажности. Но, к сожалению, вместе с тем растет и сложность их планировки, которая в свою очередь осложняет работу пожарных и спасателей при эвакуации. В частности это связано с повышенной этажностью, либо, напротив, с нахождением зоны ЧС глубоко под землей, где пути спасения и эвакуации ограничены и люди, а вместе с тем и спасатели оказываются в сложной ситуации. В таких ситуациях наибольшую опасность для людей представляет угроза отравления либо отсутствие кислорода.

Для работы и спасения людей в непригодной для дыхания среде существует газодымозащитная служба. Этим ребятам можно назвать пожарным спецназом, но и они не всемогущи, потому как у них есть только ограниченный запас воздуха в баллонах.

Чтобы тушить пожары и проводить аварийно-спасательные работы на больших высотах в многоэтажных зданиях и глубоко под землей в метрополитенах нужен куда больший запас воздуха, нежели стандартный объем. В современной стандартной экипировке газодымозащитник имеет при себе аппарат на сжатом воздухе DragerPA 90+ либо MSAAUER при стандартном баллоне с учетом коэффициента физической нагрузки который колеблется от 0 до 2, а в данном случае усредненного равного значению 1,6 запаса воздуха хватит приблизительно на 30 минут.

В данном случае, учитывая сложность планировки, этажность, высоту подъема или глубину спуска, общую протяженность пути, доставку к месту непосредственной работы аварийно-спасательного инструмента и отсутствие возможности экстренного быстрого выхода на свежий воздух, мы должны учитывать и время возвращения звена, и выход его на свежий воздух, так как техника безопасности, так же здоровье и жизнь людей превыше всего. В таком случае коэффициент физической нагрузки возрастает до максимума, неговоря еще и о психологической нагрузке, что не маловажно, так как в экстренных ситуациях, когда пути спасения ограничены, расход воздуха непременно увеличивается, в свою очередь сокращая время работы.

Постоянная смена звеньев, дозаправка баллонов, смена аппаратов и людей снижает эффективность работы пожарных, что в свою очередь негативно влияет на шансы спасения как людей, так и имущества. Это достаточно острая проблема.

Для решения данной проблемы я вижу несколько решений. И хоть они и не решают проблему полностью, но все же позволят нам увеличить время

работы звеньев и их комфорт, что повлечет за собой уверенность, психологическую устойчивость которая даст нам меньше расхода воздуха.

Прежде всего, это использование аппаратов компаний Drager модели PSSBG4.

Принципиальная схема работы данного дыхательного кислородного аппарата ничем не отличается от привычных нам КИП-8, Урал -10, Р-30 или других устройств основанных на рециркуляции воздуха и последующего его обогащения кислородом в системе закрытого типа, но именно благодаря полезным техническим доработкам и использованию новейших материалов Bg 4 Plus становится оригинальным [1].

Основные отличия:

поддержание избыточного давления в подмасочном пространстве газодымозащитника за счет пружины дыхательного мешка, что обеспечивает комфортность работы и исключает возможность попадания продуктов сгорания;

применение электронного блока контроля за техническим состоянием СИЗОД с возможностью подключения к системе мониторинга и контроля за газодымозащитниками «Drager PSS Merlin»;

использование новых материалов для дыхательных шлангов, с улучшенной теплозащитой, обеспечивающей снижение температуры вдыхаемого воздуха;

обустройство «холодильника» безо льда с неограниченным сроком использования. Восстановление после 5 часов. Аппарат выполнен из современных композитных материалов, что повышает его прочность, удельную массу не говоря уже о многих других функциях системы связи и поиска пострадавших[1].

В настоящее время данный вид аппаратов используется лишь в городах Нур-Султан и Алматы, но современные тенденции резонансных пожаров указывает на необходимость вооружения ими подразделений всех городов Казахстана.

Вооружения гарнизонов гражданской защиты, а именно управлений пожаротушения и аварийно-спасательных работ техникой напрямую зависят от района выезда подразделений. То есть если в районе выезда есть здания с повышенной этажностью, то соответственно в подразделениях имеется и автолестница, необходимая для выполнения аварийно-спасательных работ.

#### Вывод

Если оснащать подразделения аппаратами для работы в непригодной для дыхания среде по вышеупомянутому принципу, мы добьемся повышения уровня безопасной работы сотрудников гражданской защиты, повышения эффективности работы подразделения в непригодной для дыхания среде, увеличения количества достоверной информации, полученной звеном в ходе разведки, рост шансов на спасения на пожаре и скорейшей ликвидации ЧС.

Решения данной проблемы считаю актуальным, так как жизнь и здоровье людей (как спасаемых так и спасателей) является высшими ценностями согласно Конституции Республики Казахстан [2].

## Литература

1. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/kislorodnye-dyxatelnye-apparaty/>
2. Сноска. См. постановление Конституционного Совета РК от 21 декабря 2001 г., N 18/2.

УДК 614.841.45

*С. А. Благинин, А. О. Кочережникова*  
*Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

### **ПИРОЛИТИЧЕСКАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ КАК МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ВСПУЧИВАЮЩИХСЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Вспучивающиеся огнезащитные покрытия используются в различных странах на протяжении более, чем 35 лет. Свое название такие покрытия получили благодаря принципу действия их защиты: при высокой температуре во время пожара реакции внутри компонентов смеси провоцируют ее вспенивание и образование защитного пенообразного слоя на поверхности. Как показывают испытания, толщина покрытия по сравнению с первоначальной может увеличиваться в 15-20 раз.

Вспучивающиеся огнезащитные покрытия широко применяются в различных отраслях промышленности, а также в строительстве. Они позволяют значительно повысить огнестойкость защищаемых конструкций. Существуют различные виды и составы покрытий, что позволяет подобрать необходимую защиту как для наружных, так и для внутренних поверхностей. Важную роль играет и толщина покрытия: так, конструкциям с большими поперечными сечениями может потребоваться нанесение менее толстого слоя защиты, чем легким и тонким деталям. Однако, помимо того, что существует огромное количество товарных наименований огнеупорных красок, которые отличаются как по составу, так и по огнезащитной эффективности, они несколько дороже обычных лакокрасочных покрытий (далее – ЛКП). Разница в стоимости может создать для некоторых предпринимателей видимость ложной экономии и, как следствие, спровоцировать иллюзию обеспечения пожарной безопасности – покрытие конструкций обычными ЛКП или ЛКП с менее эффективной огнезащитой при возникновении пожара станет причиной большего ущерба, чем он был бы при необходимом уровне защиты. В некоторых ситуациях это имеет критически важное значение: в условиях агрессивных химических сред или в труднодоступных местах не следует допускать покрытия конструкций красками, дающими уровень защиты меньше ожидаемого.

Традиционно в состав огнезащитных вспучивающихся покрытий входит три основных группы компонентов: коксообразователи, катализаторы и

вспенивающие агенты, которые смешиваются со связующим веществом для получения однородного состава [2,3].

Согласно работе [3], наиболее эффективно сочетание трех компонентов – пентаэритрита, полифосфата аммония и меламина. Тем не менее, каждый из них может быть заменен аналогом, включающим те же функциональные группы. К примеру, в качестве коксообразователя могут быть использованы целлюлоза, крахмал, протеины, глюкоза, мальтоза, манит, жидкие полиолы.

К типичным кислотным ингредиентам вспучивающихся огнезащитных покрытий относят ортофосфорную кислоту, ее эфиры и соли, в частности, соли аммония, аминов и амидов, прежде всего – меламинафосфат и полифосфат аммония [1]. В роли газообразователей современные производители огнезащитных покрытий используют органические амины и амиды: мочевины, бутилмочевину, дициандиамид, казеин, уротропин, гуанидин, сульфамиды, полиамидные и аминокформальдегидные олигомеры, меламина и его производные (фосфат меламина, меламинацианурат, борат меламина, полифосфат меламина и т.д.) [4].

Существующая на сегодняшний день методика идентификации огнезащитных покрытий основана на термогравиметрическом анализе (ссылка на гост), однако данный метод является достаточно трудоемким: для исследования одного образца необходимо проведение не менее трех параллельных испытаний [5], каждое из которых занимает длительное время.

Пиролитический хроматограф состоит из непосредственно хроматографа и пиролитической приставки, в которой происходит нагрев и разложение исследуемого образца. Для проведения эксперимента в данной работе использовался хроматограф «Кристалл 5000.2» с метанатором и пламенно-ионизационным детектором, и пиролитическая приставка «П2» от ЗАО СКБ «Хроматек». При нагреве выделяется вода и газообразные вещества: монооксид углерода (угарный газ) CO, углекислый газ CO<sub>2</sub> и другие [3]. Угарный и углекислый газ фиксировались с помощью метанатора и ПИД. С помощью газовой смеси CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub> были определены времена выхода этих газов в заданных условиях.

При анализе образцов огнезащитных красок различных производителей, было установлено, что соотношение и интенсивность пиков CO и CO<sub>2</sub> различно для разных производителей. Однако для одного и того же состава воспроизводимость достаточно высока. Это говорит о том, что при дальнейшей работе можно будет создать методику идентификации огнезащитных покрытий, которая будет менее трудоемкой, чем существующая.

## Литература

1. Thirumal, M. Recent developments of intumescent fire protection coatings for structural steel: A review/M. Thirumal//Journal of Fire Sciences. – 2016. – №34 (2). – P. 120–163

2. Машляковский, Л. Н. Органические покрытия пониженной горючести/Л. Н. Машляковский, А. Д. Лыков, В. Ю. Репкин. – Л.: Химия, 1989. – 280 с.

3. Зыбина О. А. Теоретические принципы и технология огнезащитных вспучивающихся материалов: дис.... д-ра техн. наук //дисс.... док-ра тех. наук/ОВ Зыбина. – 2015.

4. Разработка интумесцентных огнезащитных композиций для металлоконструкций /И. Е. Якунина, К. В. Нечаев, О. А. Зыбина, Ю. М. Атрощенко, С. С. Мнацаканов//Тезисы доклада на международной 240 научно-практической конференции «Многомасштабное моделирование структур и нанотехнологии». – 2011. – С. 148-154.

5. ГОСТ Р. 53293-2009. Пожарная опасность веществ и материалов //Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа.

УДК 51-74:614.84

*Е. М. Богданова, адъюнкт; И. С. Марков, преподаватель  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ДРУГИХ ПРОИСШЕСТВИЙ НА ТРАНСПОРТЕ: НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД**

В современном мире люди часто сталкиваются с вопросом принятия адекватных решений в различных сферах деятельности. Ежедневно подразделениями МЧС России решаются задачи, которые так или иначе связаны с прогнозом развития ситуации, и довольно часто от принятого решения зависит жизнь и здоровье людей.

Одной из таких задач является оценка и прогнозирование рисков возникновения ЧС на транспорте в силу того, что в настоящее время существует тенденция роста количества чрезвычайных ситуаций и прочих происшествий на транспорте [1].

Проведенный анализ показывает, что в настоящее время существует большое количество различных методик прогнозирования [2]. Однако большая часть алгоритмов, лежащих в основе данных методик, основана на моделировании эмпирических зависимостей с использованием аппарата математической статистики.

Сложность практического использования большинства моделей такого типа заключается в необходимости значительных экспериментальных исследований по определению параметров уравнений применительно к специфике тех или иных условий. К тому же прогнозирование с помощью известных математических моделей часто оказывается затруднено или нецелесообразно в виду различных ограничений, например, имеющегося

объема исходных данных, периода прогнозирования или набора внутренних параметров. В связи с этим возникает необходимость в применении некоторого другого инструментария, который позволил бы оперировать большим объемом данных и получать достоверный и точный прогноз. Достаточно перспективным инструментом для выявления скрытых закономерностей, построения на их основе математических моделей прогнозирования ЧС являются нейросетевые методы прогнозирования [2].

Целью проводимого исследования является обоснование перспектив прогнозирования рисков возникновения ЧС на транспорте, а также других происшествий на основе нейронных сетей.

Построение нейросетевой модели возможно на следующих подходах [3-5]:

- построение сети Хопфилда, как реализации некоторого алгоритма оптимизации;

- использование многослойного персептрона, который обучается оптимизационными методами по обучающей выборке, составленной по известным состояниям объекта.

Второй подход является более предпочтительным, т.к. спрогнозировать изменение состояния объекта возможно в режиме реального времени, что имеет первостепенное значение для принятия решения в условиях ЧС.

Первый этап построения нейронной сети для моделирования ЧС на транспорте заключается в подготовке и анализе исходного набора данных для формирования обучающей выборки. Обучающая выборка представляет собой набор значений входных и выходных переменных, которые характеризуют состояние объекта [6]. В случае если объект характеризуется большим объемом информации важно правильно определить наборы входных и выходных переменных. Входных (прогнозируемых) переменных должно быть достаточно для описания динамики изменения состояния объекта, оценки ситуации и принятия управляющего решения. В число входных и выходных переменных необходимо включать только те, которые оказывают существенное влияние на изменение выходных переменных. Числовые данные обучающей выборки нормируются в диапазоне  $0 \leq \bar{X} \leq 1$  по следующей формуле:

$$\bar{X} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Данные нечислового типа преобразуются в числовую форму вида (0;1) или переменные типа Ответ = (Да; Нет).

Число наблюдений, которое необходимо для формирования обучающей выборки, устанавливается опытным путем.

На втором этапе построения нейронной сети производится выбор ее архитектуры. Существуют различные виды архитектуры, такие как многослойный персептрон, сеть Кохонена, сеть адаптивного резонанса, рециркуляционные сети, сети встречного распространения и др. [7].

На рисунке 1 представлен пример возможной архитектуры сети для прогнозирования состояния объекта. Входными данными здесь выступают значения параметра в предшествующие моменты времени  $[t - n; t]$ , а выходными – значения параметра  $X$  в момент времени  $t + 1$ .

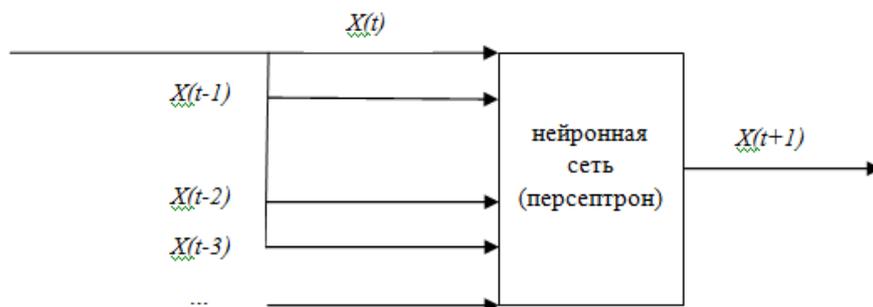


Рисунок 1 – Архитектура нейронной сети для прогнозирования параметров объекта в условиях ЧС

На третьем этапе определяется структура нейронной сети. В персептроне нейроны организованы в слои, причем элементы каждого слоя связаны только с нейронами предыдущего слоя, так что информация передается от предыдущих слоев в сети, а так же от числа нейрона в каждом слое влияет на способность сети решать те или иные задачи [5].

Широкое распространение на практике получил трехслойный персептрон с единственным скрытым слоем, в котором минимальное число нейронов определяется по формуле:

$$n \geq \frac{M - L + 1}{L + 1},$$

где  $L$  – число нейронов во входном слое,  $M$  – параметр, определяющий размер обучающей выборки.

Следующий этап моделирования – обучение нейронной сети. Обучения может осуществляться по нескольким различным алгоритмам.

Как показывает практика, для решения задач по оценке и прогнозированию рисков возникновения ЧС техногенного характера, в частности, ЧС на транспорте, чаще всего применяется алгоритм контролируемого обучения (обучения с учителем). Данный алгоритм предполагает, что все веса нейронной сети подвергаются изменению на основании обучающих выборок, которые содержат значения входных и выходных (прогнозируемых) параметров.

И, наконец, заключительным этапом при построении нейросетевой модели прогнозирования ЧС является ее тестирование. Для этого необходимо сформировать выборку, которая не была использована при обучении сети. В эту выборку должны быть включены известные значения выходных параметров, и эти параметры сравниваются со значениями, выдаваемыми нейронной сетью. В случае если среднеквадратическое отклонение известных значений будет меньше некоторого заданного уровня, то разработанная модель будет считаться

адекватной и ее целесообразно использовать для решения задач по оценке и прогнозированию рисков возникновения ЧС на транспорте.

В общем виде алгоритм построения нейросетевой модели для оценки и прогнозирования рисков возникновения ЧС на транспорте представлен на рисунке 2.

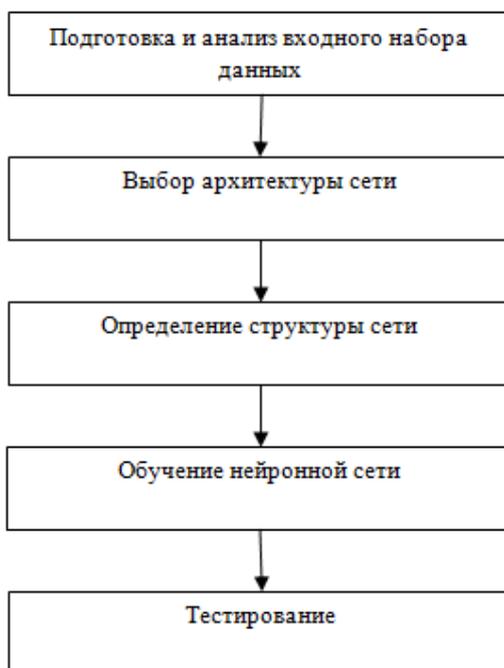


Рисунок 2 – Алгоритм построения нейросетевой модели для прогнозирования рисков ЧС на транспорте

Таким образом, данный подход может быть реализован для разработки модели нейронной сети, с помощью которой возможно прогнозировать риски возникновения ЧС и других происшествий на транспорте.

Необходимо отметить, что немаловажную роль при разработке модели нейронной сети играет именно выбор ее архитектуры, и этот вопрос является достаточно спорным. Сети, состоящие из малого количества слоев, не способны работать с большими объемами входных данных, и они не учитывают достаточно много второстепенных факторов, однако они с высокой вероятностью могут спрогнозировать риски возникновения ЧС. В тоже время сети, обладающие большим количеством слоев, дают возможность обрабатывать большие объемы входных данных и учитывать достаточное количество второстепенных факторов, однако здесь встает вопрос о сложности их обучения.

Нейросетевую модель планируется включить в комплекс моделей, входящих в состав информационной системы прогнозирования ЧС [8]. Кроме этого, при практической реализации данной модели возможно будет далее включить ее в состав системы интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению риском возникновения ЧС на транспорте.

## Литература

1. Ермаков Е.М., Зыков М.В. Дорожно-транспортное происшествие как одна из ключевых проблем безопасности современного мира // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2018. – № 1. – С. 77-84.
2. Матвеев А.В., Богданова Е.М. Классификация методов прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2018. – № 4(24). – с. 61-70.
3. Attarzadeh I., Mehranzadeh A., Barati, A. Proposing an enhanced artificial neural network prediction model to improve the accuracy in software effort estimation // In 2012 Fourth International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks. – pp. 167-172.
4. Zintgraf L.M., Cohen T.S., Adel T., Welling, M., 2017. Visualizing deep neural network decisions: Prediction difference analysis. arXiv preprint arXiv:1702.04595.
5. Киндаев А.Ю., Шишов В.Ф. Нейросеть как инструмент прогнозирования показателей городских пожаров // Приложение математики в экономических и технических исследованиях. – 2014. – № 1 (4). – С. 252-260.
6. Нейронные сети в прикладной экономике: [учеб. пособие] / Е. А. Трофимова, Вл. Д. Мазуров, Д. В. Гилёв; [под общ. ред. Е. А. Трофимовой]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 96 с.
7. Нейронные сети. Учебное пособие. [Текст] / Е.И. Горожанина. – Самара: ФГБОУ ВО ПГУТИ, 2017. – 84 с.
8. Богданова Е.М., Максимов А.В., Матвеев А.В. Информационная система прогнозирования чрезвычайных ситуаций при использовании адаптивных моделей // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. – 2019. – № 2. – С. 65-70.

УДК 614.841.11: 666.973.6

*А. В. Волосач, старший преподаватель  
филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»  
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

### **ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЯЧЕИСТЫЕ БЕТОНЫ**

Одним из предметов, которые хранят информацию о предшествующем температурном и временном воздействии, могут являться ячеистые бетоны, как наиболее сохраняющиеся объекты на месте пожара. Ячеистый бетон – это искусственный пористый строительный материал с характерной равномерно распределенной мелкодисперсной ячеистой структурой. Использование

ячеистого бетона в строительстве принимает во всем мире все более масштабный характер. В настоящее время в Республике Беларусь годовой объем производства газобетонных изделий находится в пределах 3-4 млн м<sup>3</sup> [1].

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

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

Одним из таких физических свойств, которое изменяется под воздействием высоких температур у ячеистых бетонов, является поверхностная твердость. Закономерностей изменения твердости ячеистых бетонов (скачкообразно, линейно или случайно) от воздействующей ранее температуры и продолжительности этого воздействия даже в фундаментальной работе А.Ф.Гаевой по ячеистым бетонам не отражены [7].

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

Для определения поверхностной твердости ячеистого газобетона, подвергнутого воздействию высоких температур, применялся метод измерения глубины (мм) погружения индентора в образец, по аналогии с известным методом определения твердости по Роквеллу. Для сообщения индентору ударно-поступательного движения было использовано специально разработанное для этих целей приспособление с ранее установленным количеством витков и твердости пружины (рис. 1), обеспечивающей при ее сжатии необходимую силу удара. В испытаниях анализировали шесть инденторов (рис. 2), изготовленных из инструментальной стали У12, имеющих правильную форму конуса и одинаковый размер диаметра – 7,5 мм, но разный угол раствора конуса (таблица 1). Шероховатость поверхности конуса индентора после фрезерной обработки и шлифовки равнялась Ra =12,5.

Таблица 1 – Значения углов раствора конуса индентора

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

Для определения глубины погружения индентора использовался глубиномер Digital Tread Depth Gauge (рис. 3) с диапазоном измерений от 0 до 25,4 мм, ценой измерения и погрешностью 0,01 мм.

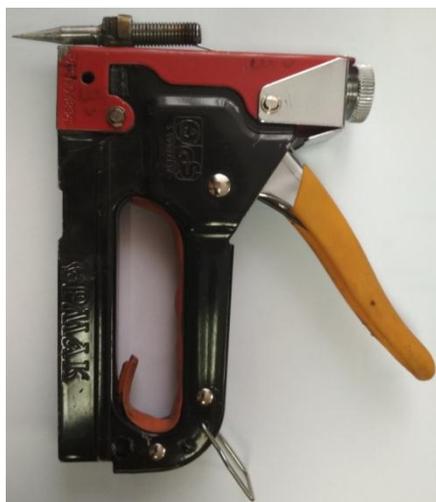


Рисунок 1 – Общий вид используемого приспособления



Рисунок 2 – Внешний вид исследуемых инденторов.



Рисунок 3 – Глубиномер Digital Tread Depth Gauge

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

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

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

При воздействии на исследуемые образцы высокой температуры в течение 20 минут, в не зависимости от угла раствора конуса индентора, наибольшая твердость у анализируемых образцов наблюдается при

температуре 200°C. Это можно объяснить тем, что при нагревании до температуры 200°C происходит потеря сорбированной и химически связанной воды, при этом твердость материала увеличивается. Далее при повышении температуры твердость начинает падать, что объясняется увеличением количества разрушений перегородок в межпоровом пространстве [8].

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

Установлено, что при применении индентора №6 измеренная поверхностная твердость у образцов выдержанных в печи более 700 °С значительно отличается от поверхностной твердости у образцов газобетона, подвергшихся более низкой температуре воздействия. Отсутствуют области пересечения доверительных интервалов значений температур более 700°C с более низкими температурами, что дает возможность четко определить те области в помещении, где поверхность блоков из ячеистых бетонов подверглась температуре более 700°C.

## Литература

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

*М. А. Галишев, доктор технических наук, magalishev@yandex.ru*

*Н. С. Тарасова, адъюнкт, anakonda2705@mail.ru*

*Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

## **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ И НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПАРОФАЗНОГО АНАЛИЗА**

В настоящее время по мощности и объему переработки нефти Россия занимает третье место после Соединённых Штатов Америки и Китая. Данные статистики показывают, что наибольшую энергоёмкость нефтяной промышленности составляют добыча нефти 43 %, транспорт нефти 40 %. Сегодня, по сведениям государственного реестра Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в России за период с 2014 по 2018 год произошло 329 аварий на объектах нефтегазового комплекса, повлекшие за собой целый ряд экологических, экономических, социальных последствий, которые могут быть деактуализированы путём принятия верных управленческих решений. Среди таких решений фигурируют как применение нормативных мер, так и технических, которые в единстве приводят к локализации и ликвидации аварий и пожаров и как следствие, к решению возникающих проблем. Технические решения заключаются в разработке методов и методик исследования различных веществ, обращающихся в нефтегазовом комплексе при транспортировке по трубопроводу. Такими веществами могут выступать горючие жидкости (ГЖ) и легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ), наличие которых может способствовать образованию горючей среды внутри или вовне технологического оборудования, что в свою очередь может привести к аварийным пожароопасным ситуациям, при реализации которых возникает опасность для людей. В таком случае, исследование аварийных и пожароопасных ситуаций заключается в решении задач обнаружения, диагностики и идентификации ГЖ и ЛВЖ. На сегодняшний день разработаны и совершенствуются методики анализа жидкостей на основе обработки аналитической информации о конденсированной фазе. В тоже время, исходя из физических и химических особенностей жидкостей, необходимо учитывать что процессы вспышки, воспламенения и горения, связаны с составом паровой фазы жидкости. Процесс сбора аналитической информации паровой фазы жидкости, различными физико-химическими методами носит название парофазного анализа (ПФА) [1]. Важно отметить, что диагностики и идентификации горючих жидкостей предшествует стадия проведения пробоподготовки. Значительным фактором в этом случае является возможность

сохранности всего комплекса компонентов, для того, чтобы не нарушить нативности состава, и избежать искажения выводов по результатам исследования. В этом случае необходимо подготавливать пробу постадийно, постепенно изменяя условия его проведения. Решение задачи пробоподготовки горючих жидкостей возможно с применением 4 постадийной, термической, газовой экстракции. Суть проведения содержится в постепенном нагреве аналита до температур выделения всего комплекса компонентов [2]. Диагностика и идентификация проводятся по результатам спектральных и хроматографических методов анализа. В настоящее время наибольшее распространение получили методы: спектроскопия ультрафиолетовой/видимой области спектра, в инфракрасной области спектра, а также газожидкостная хроматография. Сочетание данных методов носит взаимодополняющий характер, что увеличивает достоверность полученных результатов. Важно отметить, что при реализации сценариев разлива горючих жидкостей вследствие сливноналивных операций, разгерметизации оборудования образуются газопаровоздушные смеси, составы которых подвержены изменениям, в частности дифференцированному испарению. При построении полей опасных факторов пожара для процессов пожара-вспышки, испарения жидкости из пролива, образования газопаровоздушного облака, сгорания газопаровоздушного облака не учитывается такое физическое явление как дифференцирование испарение, оценка которого может быть проведена методом циркуляционного парофазного анализа [3]. В настоящее время отсутствует единство аппаратного оформления для проведения парофазного анализа качественного и компонентного состава горючих жидкостей, с предварительной, постадийной пробоподготовкой, отсутствуют математические модели процессов изменения состава горючих жидкостей в зависимости от условий парофазного анализа, также отсутствуют установленные логические последовательности операций и правил при выполнении измерений методом ПФА в области исследования аварийных пожароопасных ситуаций. Современное методическое обеспечение расчётов теплофизических параметров для многокомпонентных горючих жидкостей, предусматривает выявление наиболее опасного компонента, но не учитывает возможность его качественного изменения, ввиду различных физических процессов [4, 5].

Все это делает необходимым разработку методики парофазного анализа горючих жидкостей при исследовании аварийных пожароопасных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса.

## Литература

1. Аналитическая химия. в 3-х т. /под ред. Л. Н. Москвина. – М.: Академия, 2008. Т. 1– 576 с., Т. 2– 304 с.

2. Основы аналитической химии. 2 кн. /Под ред. Ю. А. Золотова.– М.: Высшая школа, 2004. –359 с. (кн.1), 503 с. (кн.2)

3. Витенберг А.Г., Конопелько Л.А. Парофазный газохроматографический анализ: метрологические приложения//Журнал аналитической химии. 2011.

4. Галишев М. А. Комплексная методика исследования нефтепродуктов, рассеянных в окружающей среде при анализе чрезвычайных ситуаций /М.А. Галишев. -СПб.: СПб институт ГПС МЧС России, 2004. -348 с.

5. ОСМОТР МЕСТА ПОЖАРА Метод. пособие / М-во Рос. Федерации по делам гражд. обороны, чрезвычайн. ситуациям и ликвидации последствий стихийн. бедствий, Гос. противопожар. служба, Федер. гос. учреждение "Всерос. ордена "Знак почета" науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны"; [И. Д. Чешко и др.]. Москва, 2004.

ОӘЖ: 614.8.084.849

*zhas\_zhan\_97@mail.ru*

*Ж. Г. Жанмолдин, оқытушы*

*Қазақстан Республикасы ІІМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*

## **ЖОЛ-КӨЛІК ОҚИҒАЛАРЫН ЖОЮ КЕЗІНДЕ АВАРИЯЛЫҚ-ҚҰТҚАРУ ЖҰМЫСТАРЫН ЖҮРГІЗУ**

Жол-көлік оқиғаларында зардап шеккендердің өлімінің негізгі себептері оқиғадан кейінгі алғашқы минут пен сағатта өлімге әкеп соқтыратын жарақаттар болып табылады. Зардап шеккендердің басым бөлігі уақытылы алғашқы медициналық көмек көрсетпеуінен көз жұмады [1] . Бұл оқиғаның пайда болу уақыт арасындағы уақыт аралығының ұзақтығымен белгіленеді, онда зардап шеккен адамдар туралы тиісті қызметтерге хабарлаумен, құтқарушылар мен медициналық қызметкерлердің жол-көлік оқиғасы орнына келуімен байланысты. Қалаларда болған жол көлік оқиғалары (ЖКО) туралы хабарламаның орташа өту мерзімі 10 минуттан 1 сағатқа дейін, ал ауылдық жерлерде 1,5 сағаттан және одан көп уақытты құрайды.

Зардап шеккендерге көмек көрсету уақытын қысқартуға тікелей әсер етеді:

- жол - көлік оқиғаларын анықтау және хабарлау уақытын қысқарту;
- тиісті қызметтердің ден қою жылдамдығы және авариялық - құтқару жұмыстарын (АҚЖ) жедел және дұрыс жүргізу.

Медициналық көмек көрсетудің жеделдігі авариялардағы көптеген зардап шеккендер үшін өлімді болдырмауға мүмкіндік береді. Осылайша, медициналық көмек көрсету уақыты [2, бт. 1,2] көптеген жағдайда маңызды фактор болып табылады. Жол көлік оқиғаларда зардап шеккендердің өмірін құтқару келесі негізгі іс-шараларды өткізумен анықталады:

Жол көлік оқиғасына шұғыл ден қою (дер кезінде анықтау, тиісті қызметтерді хабарлау, жағдайды нақтылау және талдау, шешімдер қабылдау және күштер мен құралдардың іс-қимылдарын ұйымдастыру):

АҚЖ жүргізуге дайындығын қамтамасыз ету (арнайы техникамен, жабдықтармен және жабдықтармен жабдықтау; жеке құрамды ЖКО жағдайында АҚЖ жүргізуге үйрету);

Авариялық-құтқару жұмысын жүргізу (зардап шеккендерді деблокациялау және шығару, оларға алғашқы медициналық көмек көрсету, оларды мамандандырылған медициналық мекемелерге көшіру; өрттерді оқшаулау және сөндіру, жол көлік оқиғасының басқа да салдарын жою).

Жол көлік оқиғасының негізгі себептері:

- көлік құралдары жүргізушілерінің және жаяу жүргіншілердің жол жүру ережелерін бұзуы
- автомобиль жолдарының қанағаттанарлықсыз жағдайы
- көлік құралдарының техникалық ақаулығы

*Жол көлік оқиғасының келесі түрлерге бөлінеді:* соқтығысу, аударылу, тұрған көлік құралына қағып кету, кедергілерге соқтығысу, жаяу жүргіншіні, велосипедшіні қағып кету, жануарға және т. б. жол-көлік оқиғасы.

Жол көлік оқиғасы салдарының ауырлығы бойынша екі топқа бөлінеді:

- Аса ауыр зардаптары бар жол көлік оқиғасыда (қаза болғандар саны бес және одан да көп немесе зардап шеккендер саны 10 және одан да көп адам);

Жол көлік оқиғасы салдарын жою кезінде орындалатын АҚЖ келесі негізгі түрлерін қамтиды:

- соқтығысу, автомобильдердің аударылуы және пойыздарда зардап шеккендерді құтқару;
- теміржол өткелдерінде ЖКО кезінде зардап шеккендерді құтқару;
- қауіпті жүктерді тасымалдау барысында ЖКО кезінде зардап шеккендерді құтқару;
- автомобиль көлігінде өрт кезінде зардап шеккендерді құтқару,
- тік беткейлерден автокөліктердің құлауы кезінде зардап шеккендерді құтқару;
- автомобильдердің су қоймаларына құлауы кезінде зардап шеккендерді құтқару.

Жол апаты құрбандарының санын сауатты жол ережесің білумен қысқартуға болады сомен қатар құтқару жұмыстарын. Жол көлік оқиғасы орнына келген бірінші құтқару бөлімшелерінің бірінің басшысы жол көлік оқиғасы салдарын жою басшысының өкілеттігін өзіне қабылдайды және оларды төтенше жағдайлар жөніндегі комиссия тағайындаған жол көлік оқиғасы салдарын жою басшысы келгенге дейін орындайды.

Жол көлік оқиғасы салдарын жою басшысы міндетті [3, бт. 15]:

- барлау жүргізу және жергілікті жердегі жағдайды бағалау;
- адамдарды құтқаруды тез арада ұйымдастыру, қолда бар күштер мен құралдарды пайдалана отырып, үрейленудің алдын алу;
- шешуші бағытты, қажетті күштер мен құралдарды, әрекет тәсілдері мен тәсілдерін анықтау;
- міндеттер қою және қойылған міндеттердің орындалуын қамтамасыз ету;

- жағдайдың өзгеруін қадағалау, шешім қабылдау;
- Жол көлік оқиғасы орнына келгеннен кейін күштер мен құралдарды жабдықтау басқармасы орталығына (КМҚЖБО) ақпарат беру; шешім қабылданғаннан кейін және бұйрық берілгеннен кейін оқиғаның нақты координаттарын, не болғанын, қандай күштер мен құралдар қолданысқа енгізілгенін, жағдайдың даму қаупі бар ма, қосымша күштер мен құралдар қандай қажет екенін хабарлау; күштер мен құралдарды жабдықтау басқармасы орталығымен одан әрі үздіксіз байланыс орнату, қабылданған шешімдер туралы және жол көлік оқиғасы болған жердегі жағдай туралы мерзімді хабарлау;
- қосымша күштер мен құралдарды бөліп емес, бір уақытта шақыру, келген күштер мен құралдарды қарсы алуды ұйымдастыру;
- ЖКО орнына келген кезде жағдай туралы, қабылданған шаралар, тартылған күштер мен құралдар туралы, ЖКО және т. б. орнына келген күштер мен құралдар туралы баяндау.;
- ЖКО болған жердегі жағдайға байланысты қажет болған жағдайда жедел штаб ұйымдастыру және оның орналасқан жерін анықтау;
- жедел штабқа қабылданатын шешімдер туралы хабарлау;
- күш пен құралдардың резервін құру, мезгіл-мезгіл жұмыс істеушілерді ауыстыру, оларға демалуға, жылынуға және киінуге мүмкіндік беру;
- басшы құрамның ішінен қауіпсіздік шараларын сақтауға жауапты адамдарды тағайындау, қажет болған жағдайда ЖКО орнында медициналық көмек көрсету пунктін ұйымдастыру;
- ЖКО орнына әртүрлі бағыттардан күштер мен құралдар келген жағдайда тыл бастығына қозғалыс және байланыс құралдары бар көмекшілер бөлу;
- ЖКО салдарын жою үшін тартылатын қызметтермен өзара іс - қимылды ұйымдастыру, инженерлік-техникалық қызметкерлермен тұрақты байланыс орнату, жұмыстарды жүргізудің тәсілдері мен тәсілдері туралы шешім қабылдау;
- бөлімшелер мен өзара әрекет ететін қызметтердің ЖКО орнынан кету тәртібін анықтау.

Жол көлік оқиғасы орнына келген аға бастық міндетті:

Төтенше жағдайлардың алдын алу және жоюдың теориялық және практикалық аспектілерін білу және ұйымдастыру.

- ЖКО салдарын жою бойынша жұмыстардың жағдайы мен дұрыс жүргізілуін бағалау;
- қосымша күштер мен құралдарды шақыру қажеттілігін анықтау;
- қажет болған жағдайда жұмысқа басшылықты өзіне алу. ЖКО орнына келген аға бастық басшылықтың өзіне қабылдағанына немесе қабылданбағанына қарамастан, жұмыстың нәтижесі үшін жауапты болады. Егер басшы ЖКО салдарын жою жөніндегі жұмыстарды тартылатын күштер мен құралдарды басқаруды қамтамасыз етпесе, аға бастықтың өзіне қабылдауы міндетті. ЖКО болған жердегі жағдайға байланысты күштер мен құралдарды басқару үшін жұмыс басшысы жеке (жауынгерлік) учаскелерді және жедел штабты ұйымдастыра алады [4, бт. 33-61].

Аға бастық жұмыс басшысына өзінің шешімі туралы басшылық қабылдауға және жедел штаб бастығын, тыл бастығын және учаске бастықтарын хабардар етуге тиіс. Басшылықтың өзіне қабылдаған сәті оларға бірінші өкім беру болып саналады. Жекелеген учаскелер жұмыс түрлері бойынша немесе аумақтық белгісі бойынша құрылуы мүмкін. ЖКО болған жерде екі және одан да көп бөлімше жұмыс істеген кезде жауапкершілік аймағында жұмыс жүргізіліп жатқан бөлімшенің орта және кіші басшы құрамы қатарынан тыл бастығы тағайындалады. ЖКО аймағында жағдай кенеттен өзгерген және жұмыс басшысынан уақтылы бұйрық алу мүмкін болмаған жағдайда бөлімше бастықтары (командирлері) ақылға қонымды бастамашылық көрсете отырып, дербес әрекет етуі тиіс. Бұл ретте жағдайдың барлық өзгерістері туралы мәліметтер, сондай-ақ зардап шеккендерді құтқарудың қолданылатын технологиялары туралы ақпарат жұмыс басшысынан жоғары тұрған басқару органдарына жіберіледі, олар бұрын қабылданған ұйымдастырушылық шешімдерді нақтылайды және келіседі және тиісті іс-шаралар арқылы олардың орындалуын қамтамасыз етеді, соның нәтижесінде ЖКО салдарын жою процесі қабылданған тәртіппен жалғасады [5, бт. 292].

АҚЖ жүргізуді басқарудың негізгі тәсілдері ЖКО салдарын жою бойынша жұмыс басшысының жеке бақылауы, жол-көлік оқиғасы болған жердегі жағдайды зерделеу, қойылған міндеттердің орындалу барысын бақылау, байланыс құралдары бойынша бағынысты және жоғары тұрған басшылармен (командирлермен, бастықтармен) жеке келіссөздер жүргізу, қысқа бұйрықтарды беру, міндеттерді нақтылау, хабарламаларды зерделеу, жаңа міндеттерді қою болып табылады. ЖКО салдарын жою кезінде авариялық-құтқару жұмысын жүргізуді басқарудың негізгі құралы байланыс болып табылады. Байланыс құралдары Кешенді қолданылады. Байланысты ұйымдастыру басқарудың орнықтылығын, бірнеше рет сигналдарды, өкімдер мен ақпаратты беру мүмкіндігін қамтамасыз етуі тиіс. Төтенше жағдайлардың алдын алу және жоюдың теориялық және практикалық аспектілері болып табылады.

*Байланыс арналары:* Денсаулық сақтау министрлігінің және басқа да ведомстволардың басқару органдарымен және АҚЖ жүргізу орнында құтқарушылармен белгіленеді.

## Әдебиет

1. ГОСТ 31286-2005 Транспорт дорожный. Основные термины и определения. Классификация.
2. Б. Моррис Холматро. Техника спасения из автомобилей. EDITIONS ICONE GRACIC2005.
3. Технология и технические средства ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ. Справочное пособие. - М.: НЦ ЭНАС, 2004.
4. Справочник спасателя. Книга II. Аварийно-спасательные работы при ликвидации дорожно-транспортных происшествий. - М., 2001.
5. Воробьев Ю.Л. Учебник спасателя. - М.: МЧС России, 1997.

*Ж.Г. Жанмолдин, оқытушы*

*Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*

## **ӨРТ ТЕХНИКАСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ҮЛГІЛЕРІН ҚҰРУ ӘДІСТЕМЕСІНІҢ ТӘСІЛДЕРІ**

Өрт техникасы бұйымдарын жобалаудың қазіргі заманғы әдістерін жинақтау, олардың техникалық эволюциясының негізгі нысандарын зерттеу, өнеркәсіптік-функционалдық ортамен өзара іс-қимыл жасауға икемділік негізінде өрт техникасының қазіргі заманғы үлгілерін жасау барысында теориялық және практикалық қызметті ұйымдастыру және құру принциптері, тәсілдері жүйесін әзірлеу, өрт техникасы үлгілерінің сапасын оларды әзірлеу және өндіру кезінде тиімді басқару үшін негізгі үлгілік жобалық міндеттерді шешу әдістерін сипаттау және қолдану бойынша ғылыми ұсынымдар дайындау [1]. Қазіргі жағдайда өрт техникасының үлгілерін қолданудың жоғары тиімділігіне ғылымның ең жаңа жетістіктеріне, өндірістің заманауи технологияларын әзірлеу және игеру практикасына бағдарланған олардың техникалық жетілуі есебінен қол жеткізуге болады [2]. Бастапқы алғышарттарды осындай біріктіру өрт техникасы бұйымдарына жалпы техникалық талаптар кешенінің (ЖТТК) жаңа редакциясын, оларды тұжырымдау тәсілдерін талап етеді. Осы Ережені іске асыру бұйымды жобалаудың конструкторлық-технологиялық принциптерінің бірлігін болжайтын Қазақстан ТЖК бөлімшелерінің техносферасын дамытудың жалпы техникалық тұжырымдамасын әзірлеу негізінде ғана жүзеге асырылуы мүмкін. Қазіргі уақытта қолданыстағы өрт техникасының жаңа үлгілерін әзірлеу жүйесі негізінен өрт сөндіру техникасының техникалық шығармашылықтың жеке эвристикалық әдістері, олардың ерекше ерекшелігі мыналар болып табылады: – өрт техникасы үлгілерінің кез келген сыныбы үшін әділ нақты айқындалған ұғымдардың бірыңғай инвариантты жүйесінің болмауы; - бұйымдардың бір түрі үшін техникалық шешімдердің бәсекеге қабілеттілігін бағалауда субъективизмнің болуы;

- аппаратураның әртүрлілігінің күрделенуіне байланысты осы техносфера бойынша тұтас түсінік жоғалады, сондықтан жобалау процесіне техниканың кері әсерін болжау мүмкін емес; – үйлесімді басқарылатын техносфераны қалыптастыру үшін теориялық база ретінде эвристикалық әдістерді пайдаланудың мүмкін еместігі және т. б. Сондықтан өрт техникасының үлгілері бойынша ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстар (ҒЗТКЖ) тәжірибесінде ЖТТК жүйесі арасында, бір жағынан, Қазақстан ТЖК бөлімшелерінің даму перспективаларына сүйене отырып, және екінші жағынан ЖТТК іске асыруға бағытталған жобалау-конструкторлық шешімдерді (ТКЖ) іздеу және қабылдау әдістерімен тұжырымдалған бұйымдарға қағидаттық қарама-қайшылықтар туындайды. Бұл қайшылықтардың пайда болуы бірқатар себептерге байланысты: – өрт техникасы үлгілерінің даму заңдары мен

заңдылықтары туралы тұтас түсініктің болмауы, бұл оларды жетілдіру қарқынын жеделдетуге кедергі келтіреді; – техникалық іздестіру өрісін шектейтін жобалаудағы консерватизм (стереотиптерге әдеттер); – бұйымдардың инженерлік әзірлемелерін бірыңғай әдіснамалық қамтамасыз етудің болмауы; – техниканың жартылай қалыпталған үлгілік үлгілерін жасауға мүмкіндік беретін шаблондарды, прототиптерді, ұқсас бұйымдарды пайдалануда іздестіру конструкциялау әдістерінің бағдары [3]. Осы қайшылықтарды шешу өрт техникасының жаңа үлгілерін жасаудың теориялық және әдіснамалық негіздерін әзірлеу жолында ғана мүмкін болады, бұл олардың даму заңдылықтары бойынша қолда бар ғылыми бітімді ескере отырып, бұйымдардың жаңа ұрпақтарының техникалық келбетін жасау кезінде тиімді пайдалануға болатын тәсілдер мен әдістердің жиынтығын жасауға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта өрт техникасының үлгілерін, мысалы, қабылдау-өрт бақылау (ҚӨБА) аспаптарын жобалау тәсілдері қажетті қажеттіліктерді негіздеуден бастап және техникалық-экономикалық жеке конструкторлық шешімдерді аяқтай отырып, көптеген жеке әдістер мен әдістемелердің туындауына алып келді. Алайда әр түрлі үлгідегі және түрлі функционалдық мақсаттағы техниканың жаңа үлгілерін жасау процесінің әдіснамалық бірлігіне қол жеткізілмеген, бұл бұйымдар номенклатурасының артық болуына, олардың төмен бірізділігіне, әзірлеу процесінің жоғары шығынына, конструкцияларда ғылым мен техниканың жаңа жетістіктерін өте аз пайдалануға әкеп соқты. Осыған байланысты қағидаттар мен тәсілдер жүйесін әдіснамалық жалпылау негізінде іздестіру және жобалық шешімдерді қабылдау процесіне дәстүрлі емес тәсілдерді іздестірудің өткір қажеттілігі пісіп жетілді өрт техникасы бұйымдарын әзірлеушілердің теориялық және практикалық іс-әрекеті. Соңғы жылдары жаңа техниканы жобалау теориясы, таңдау және шешім қабылдау теориясы, қазіргі заманғы жүйетехниканың негіздері, техникалық жүйелердің морфологиялық талдауы және синтезі, сапаны инженерлік басқару саласында қол жеткізілген елеулі нәтижелер қазіргі уақытта бар іздестіру конструкциялаудың принциптері мен әдістерін қорытуға және осы негізде өрт техникасы бұйымдарын жобалау кезінде негізгі міндеттерді шешудің бірыңғай әдіснамасын жасау проблемасын шешуге мүмкіндік береді. Ол үшін жаңа үлгілерді жобалау теориясының жаңа перспективалық бағыты ретінде бәсекеге қабілетті жобалық шешімдерді жүйелі иерархиялық таңдау жағдайында бұйымдарды жасаудың теориялық және әдіснамалық негіздерін жалпылау және дамыту қажет. Мұндай тәсіл келесі пайымдауларға сүйене отырып, бармен салыстырғанда артықшылығы бар. Бұйымның техникалық бейнесі сипаттамаларының ұсынылған иерархиялық құрылымын әзірлеудің тиімділігі туралы айтуға болатын ықтимал жобалық конструкторлық шешімдердің граф-моделіне келтіру қиын емес, атап айтқанда: – техникалық объектінің (ТҚК) бейнесін айқындайтын қажетті функциялар; – ТҚК негізгі элементтерінің жиынтығын білдіретін техникалық функциялар мен функционалдық құрылым. Функционалдық үлгілеу шеңберінде функциялардың логикалық сипаттамасы, олардың топталуы және иерархияны анықтау, белгілі бір ережелер бойынша функционалдық байланыстардың сипаттамасы және

графикалық бейнесі жүзеге асырылады. Функциялардың маңыздылығы мен маңыздылығын бағалау функционалдық модельдің деңгейлері бойынша жүйелі түрде сараптамалық әдістермен жүргізіледі; - бұйымның негізгі және екінші дәрежелі құрамдас бөліктерінде ұсынылған іс-қимылдың физикалық принципі; - белгілі және белгісіз конструкторлық шешімдерді бөліп көрсетуге болатын белгілер жиынтығымен анықталатын техникалық шешімдер. Техникалық шешімдердің нұсқаларын анықтау үшін "Ми штурмы" және морфологиялық талдау әдістері қолданылады. Олар бұйымның негізгі функцияларын іске асыру тәсілдерінің жиынтығын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Олар өз кезегінде дәстүрлі, игерілген технологияларға бағдарланған және жаңа болып табылуы мүмкін техникалық іске асыру мүмкіндігін анықтайды. Іске асыру, сайып келгенде, әзірлеу сәтіндегі жай-күйі әртүрлі болуы мүмкін және мынадай ретінде жіктеледі: өндірісте әзірленген және игерілген, игерілмеген және игерілмеген. Ұсынылған бағана-модельдің негізінде Тапсырыс беруші шығуда көрсеткіштер мен сипаттамаларды берілген талаптарға сәйкестігін тексереді және олар қанағаттанбаған жағдайда әзірлеушіден барлық рәсімнің итерациялық циклін қайталауды талап етеді. Негізгі функцияларды іске асыру нұсқаларын алдын ала бағалау бұйымның құрылымдық моделінің бірнеше нұсқаларын құруға және оның элементтерін іске асыруға арналған шығындарды анықтауға мүмкіндік береді. Одан әрі жүйелі көзқараспен, функцияларды бағалау неғұрлым егжей-тегжейлі жүзеге асырылады нұсқалар бойынша және бұйымның құрылымдық-функционалдық модельдерін құру. Қарастырылған тәсіл иерархиялық деңгейлердің әрқайсысының көлденеңінен көрінетін техникалық шығармашылық өрісін шектемейді. Сонымен қатар, ол тапсырыс берушіге техникалық шешімдердің жаңашылдық дәрежесін, қажетті функцияларды іске асырудың толықтығын нақты айқындауға мүмкіндік береді және ең бастысы әзірленетін бұйымның тиісті сапасын бір мезгілде қамтамасыз ету кезінде шығындарды оңтайландыру үшін құралдармен әзірлеуге бөлінген маневрді қамтамасыз етеді [4]. Өрт техникасының жаңа үлгілерін әзірлеудің бірыңғай әдіснамасын жасау үшін мынадай бағыттар бойынша зерттеулер жүргізу қажет: – ҚР-да, сондай-ақ әлемнің дамыған елдерінде өрт техникасының қазіргі заманғы және перспективалық үлгілерін жасау тұжырымдамасы мен тәжірибесін талдау; – жаңа техниканы жобалау теориясының негізінде жобалау-конструкторлық шешімдерді іздестіру мен қабылдаудың қазіргі заманғы әдістерін жалпылау; – өрт техникасының жаңа үлгілерін әзірлеу барысында теориялық және практикалық қызметті ұйымдастыру және құру принциптері мен тәсілдерінің жүйесін құру әдіснамасын әзірлеу; – өрт техникасының үлгілерін әзірлеу және өндірісті конструкторлық-технологиялық дайындау жүйесінің әртүрлі қызмет ету жағдайында жобалық міндеттерді шешудің теориялық негіздерін жасау[5].

– жобалық шешімдерді оңтайландыру алгоритмдерін әзірлеу; - бұйымдар бойынша ҒЗТКЖ сатыларында бәсекеге қабілетті шешімдерді жүйелік иерархиялық таңдау әдістерін іске асыру бойынша ұсыныстар дайындау; - жаңа үлгілердің әзірлемелерін ғылыми сүйемелдеу практикасында оңтайлы жобалаудың жалпы принциптерін және зерттеудің нақты нәтижелерін енгізу.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бірқатар маңызды теориялық және практикалық нәтижелер алуға мүмкіндік береді, олардың негізгілеріне келесілерді жатқызуға болады: – өрт техникасы бұйымдарының сапасын басқару проблемасының қазіргі жай – күйін және шешу жолдарын талдау; – өрт техникасының жаңа үлгілерін әзірлеу процесінде (ӨТЖҮӘП) іздеу және қабылдау рәсімдерін жетілдірудің әдіснамалық негіздері: – өрт техникасы үлгілерінің даму заңдары мен заңдылықтарын жіктеу; – жаңа техникалық объектілер мен бұйымдарды жобалау әдістері; - бәсекеге қабілетті(ӨТЖҮӘП) жүйелі иерархиялық таңдау; – бұйымдарды оңтайлы жобалау теориясының негіздері; – Қазақстан ТЖК бөлімшелерінің үйлесімді басқарылатын техносферасын талдау және синтездеу міндеттерін қою; – жүйелік талдау негізінде өрт техникасы үлгілерінің техникалық келбетін қалыптастырудың бастапқы міндеттемесінің мүмкін болатын декомпозицияларын негіздеу; – жобалық шешімдерді оңтайландыру теориясының элементтерін негіздеу; – (ӨТЖҮӘП) іздеу және қабылдау міндеттерінде өлшемдер мен көрсеткіштерді әзірлеу; - өрт қауіпсіздігі үшін қажетті және жеткілікті жағдайларды анықтау; - өрт қауіпсіздігі саласындағы нормативтік-құқықтық актілерді әдістерін анықтау; – өрт техникасы үлгілерінің техникалық-экономикалық тиімділігін бағалау әдістерін анықтау; – өрт техникасының жаңа үлгілерін жүйелі әзірлеуді басқару негіздерін негіздеу; - өрт техникасы үлгілерін әзірлеу бойынша ҒЗТҚЖ сатыларында негізгі типтік жобалық міндеттерді шешу әдістері мен алгоритмдерін іске асырудың практикалық аспектілерін дайындау.; - әзірлеу жүйесінде өрт техникасының жаңа үлгілерін, іздеу конструкциясының теориялық және әдіснамалық негіздерін қолдану бойынша ұсыныстар әзірлеу. Өрт техникасының үлгілерін әзірлеуді одан әрі жетілдіру жолдары осы әдіснамалық тәсілді қолдануға негізделуі тиіс. Бұл мәселе жаңа техниканы жобалау алгоритмдерін көпкритериалды оңтайландырудың міндеті ретінде қарастыруға мәжбүр ететін жағдайларда ерекше өзектілікке ие болады, мұнда параметрлер әзірленетін бұйымға қойылатын талаптар ғана емес, сонымен қатар жобалау процесінің өзінің сапалық көрсеткіштері де болады.

## Әдебиет

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Совершенствование организационного механизма управления разработкой образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. - С. 222–224.
2. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Способ расчета показателя приспособленности образца к прогрессивной технологии производства // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 213–215.
3. <https://www.labyrinth.ru/books/655570/>
4. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37145414>

5. Гришкевич, А.И. Автомобили/ А. И. Гришкевич – Мн.: «Вышэйшая школа». Кулаковский, Б.Л. Эксплуатационные свойства пожарных автоцистерн / Б. Л. Кулаковский - Мн.: «Минсктиппроект».

УДК 614.76+631.4

*Р. Г. Зайкин, соискатель, ruslan-zajkin@yandex.ru*  
*М.А. Галишев, доктор технических наук, magalishev@yandex.ru*  
*Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

## **НОРМИРОВАНИЕ ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ОПАСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ПОЧВАХ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

В настоящей работе предлагается нормировать степень нефтяного загрязнения почв на локальном уровне на основе вероятностных моделей [1]. Методика базируется на результатах скринингового анализа содержания нефтепродуктов в почвах. В качестве аналитического метода выбран арбитражный ИК-спектроскопический метод определения содержания нефтепродуктов в почвах [2], результаты которого носят массовый характер. Главное в предлагаемой методке – выбор информационных признаков и метода свертывания информации. В качестве объекта изучения послужили 52 образца почв, отобранные в районе разведочной скважины на нефтяном месторождении в Архангельской области. Предлагаемая методика позволяет выделить границы значений содержания нефтепродуктов, характеризующих относительно чистые, загрязненные, сильно загрязненные почвы. Содержание нефтепродуктов в изученных образцах варьирует в очень широких пределах от 30 до 7600 ppm, при этом в имеющемся массиве данных отсутствует точная структура, то есть эти данные относятся к слабо структурированным.

Сравнительная статистическая обработка полученных значений содержания нефтепродуктов в почвах, укладываемых в такой широкий диапазон практически невозможна. Поэтому осуществлен перевод полученных аналитических данных в логарифмическую шкалу. Такая замена проведена на основании эмпирического закона Вебера — Фехнера, по которому интенсивность отклика на какое-либо воздействие прямо пропорциональна логарифму интенсивности входного воздействия [3]. Логарифмическая шкала упрощает анализ величин, изменяющихся в широких пределах, и даёт их наглядное графическое представление [4]. Полученные аналитические данные по содержанию нефтепродуктов в почвах представлены в виде десятичных логарифмов  $\lg C_{\text{НП}}$ . Диапазон изменения значений логарифмов содержания нефтепродуктов укладывается в рамки от 1,5 до 3,9, что значительно упрощает анализ массива информации.

Для анализа слабоструктурированных массивов данных часто используют процедуру замены значений переменных на логические переменные. При этом вводят такие определения переменных, как «низкое», «среднее» или «высокое». В случае экологического мониторинга можно применять понятия «благополучное», «неблагополучное» состояние. Для выявления связей между количественным содержанием загрязнителей и реакцией среды используют анализ зависимостей воздействие — эффект. Нормирование уровня загрязнений проводится путем определения критической точки на выбранной зависимости, В качестве регрессии часто используют логистическую функцию [5].

Границы между логическими переменными «допустимых» и «недопустимых» значений нефтяного загрязнения образцов почв в нашей работе устанавливаются с использованием вероятностной модели Пуассона [6]. Дискретное вероятностное распределение Пуассона моделирует число возможных исходов случайного эксперимента. В работе построено частотное распределение значений  $\lg C_{\text{НП}}$  по участкам с равными значениями путем разбиения значений десятичных логарифмов концентраций нефтепродуктов в почвах на интервалы равной ширины. Частотное распределение значений  $\lg C_{\text{НП}}$  имеет максимум при значении 3,0 с частотой встречаемости 23,1 %. Дискретная величина  $\lg C_{\text{НП}}$  реализует распределение Пуассона.

$$P(\lg C_{\text{НП}}) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad (1)$$

где  $P(\lg C_{\text{НП}})$  — вероятность реализаций заданных значений  $\lg C_{\text{НП}}$

$\lambda$  -среднее ожидаемое количество успешных реализаций  $\lg C_{\text{НП}}$ .

$X$ — количество реализаций,

В целом последовательность реализации методики нормирования уровня нефтяного загрязнения почвы на локальном уровне складывается из следующих процедур.

Получение массива данных по содержанию нефтепродуктов скрининговым методом

Перевод амплитудного распределения содержания нефтепродуктов в логарифмическую шкалу.

Построение частотного распределения значений  $\lg C_{\text{НП}}$  по участкам с равными значениями.

Построение полигона пуассоновского распределения вероятностей реализации значений дискретной случайной величины  $\lg C_{\text{НП}}$ .

Построение полигона пуассоновского распределения интегрального распределения вероятностей реализации суммы возможных значений дискретной случайной величины  $\lg C_{\text{НП}}$ .

Аппроксимация интегрального распределения вероятностей реализации суммы возможных значений  $\lg C_{\text{НП}}$  с помощью логистической регрессии и нахождение критической точки.

Дифференцирование логистической функции интегрального распределения вероятностей реализации суммы возможных значений  $IgC_{НП}$  и нахождение на графике второй производной точек максимального и минимального значений второй производной.

Перевод полученных критических значений  $IgC_{НП}$  в амплитудную шкалу. Выделение качественных классов по степени нефтяного загрязнения на изученном локальном участке почвенного покрова.

### Литература

1. Poisson S. D. Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile. — Berlin: NG Verlag (Viatcheslav Demidov Inhaber), 2013. — 330 p.

2. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектromетрии. (Издание 2005 г.).

3. Лещенко В. Г., Ильич Г. К. Медицинская и биологическая физика. - Минск: Новое знание, 2012. - 552 с.

4. Ерофеев А. А. Теория автоматического управления. - СПб., 2003. - С. 265-270.

5. Роб П., Коронел К. Системы база данных: проектирование, реализация и управление. 5-ое изд., перераб. и доп.: Перев. с англ. / СПб.: БХВ Петербург, 2004. 1040 с.

6. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 2003. - 479 с.

УДК378 (075.8)

*Р. Зынданұлы, Д. Тагинцев*

*Қазақстан Республикасы ІІМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*

## **САМОКОНТРОЛЬ В ПРОЦЕССЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ОФИЦЕРОВ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ КОКШЕТАУСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА КЧС МВД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

В процессе проведения всех форм физической подготовки командирами взводов, тренерами (начальниками) спортивных команд, специалистами по физической подготовке и медицинской службы, осуществляется педагогический и медицинский контроль над физическим состоянием занимающихся.

Важным дополнением к этим видам контроля, позволяющим повседневно следить за изменениями в организме после физической нагрузки, является самоконтроль, осуществляемый каждым курсантом в процессе занятия физической подготовкой и спортом.

Задачами самоконтроля являются:

- приобретение необходимых знаний и навыков в вопросах личной и общественной гигиены;
- ознакомление с простейшими методами самонаблюдения в процессе занятий физическими упражнениями;
- использование результатов контроля для повышения эффективности тренировочного процесса;
- оценка полученных результатов самоконтроля для определения степени физического развития, уровня тренированности и состояния здоровья;
- воспитание сознательного отношения к процессу своего физического совершенствования[1].

При наличии возможности и желания, данные самоконтроля следует записывать в специальном дневнике с учетом следующих показателей: самочувствие, сон, масса тела, пульс, аппетит, состояние пищеварительного тракта, желание тренироваться, работоспособность, болевые ощущения.

Самочувствие может быть обычным, хорошим или плохим. При наличии вялости, слабости и других неприятных ощущений, связанных с усталостью от воздействия предшествующих тренировок следует снизить объем и интенсивность нагрузки[2].

Верным признаком наступившего переутомления служит бессонница или повышенная сонливость, прерывистый сон с тяжелыми сновидениями. После такого сна занимающиеся не чувствуют бодрости, а наоборот для них характерно чувство «разбитости» и вялости, что также требует коррекции физических нагрузок.

Масса тела представляет собой один из наиболее простых показателей самоконтроля. С приобретением тренированности масса, как правило, стабилизируется. При изменении массы в ту или другую сторону необходимо установить причины подобных колебаний, которые могут быть связаны с физической нагрузкой, нерациональным питанием, излишним употреблением жидкости, временем года, погодой и т. д.

Оперативным средством самоконтроля является пульс занимающихся, который необходимо определить до и после нагрузки. Длительное восстановление пульса после стандартной нагрузки может свидетельствовать о наступающей перетренировке занимающихся [3].

Аппетит – верный признак эффективности функционирования организма. Ухудшение аппетита или его отсутствие может быть вызвано заболеваниями или утомлением. Курсантам - спортсменам необходимо соблюдать и питьевой режим. Введение лишней жидкости, в особенности перед значительными физическими нагрузками вызывает усиленную дополнительную работу органов кровообращения и выделения. Для утоления жажды иногда достаточно прополоскать рот водой. Пить воду надо маленькими глотками.

Состояние пищеварительного тракта зависит от деятельности желудка, кишечника, связанных с ним желез. Расстройство пищеварения у здоровых курсантов может быть одним из признаков недостаточного восстановления

организма после физических нагрузок.

Желание тренироваться тесно связано с самочувствием курсантов и во многом зависит от целей и задач, стоящих перед каждым из них, от вида спорта, эмоциональной насыщенности занятий и т. д.

Работоспособность курсантов зависит от многих причин, включая настроение, утомление от предшествующих нагрузок, общее состояние организма. Она определяется как по объему и интенсивности выполненной работы, так и по реакции организма на определенную нагрузку. Работоспособность может быть повышенной, обычной и пониженной.

Болевые ощущения (головные боли, боли в мышцах, суставах и т. д.) могут быть признаком заболевания, травмы (в этом случае необходима консультация врача) или возникнуть вследствие перетренированности, сильного волнения, неблагоприятных условий в процессе занятий физическими упражнениями.

Своевременная реакция занимающихся на неадекватные реакции организма в процессе физической тренировки, сопоставление своих данных с показателями объективного контроля, полученного медицинскими работниками или в результате визуального контроля руководителей занятий будут способствовать достижению высоких результатов в повышении физической подготовленности курсантов [4].

*Вывод.* В процессе проведения всех форм физической подготовки специалистами физической подготовки и медицинской службы, осуществляется педагогический и медицинский контроль над физическим состоянием курсантов. Благодаря этим видам контроля, курсанты в процессе занятий физической подготовкой предоставляется возможность ежедневно следить за изменениями в организме.

При наличии вялости, слабости и других неприятных ощущений связанных с бессонницей или повышенной сонливостью, для устранения переутомления курсантам следует снизить объем и интенсивность нагрузки на тренировочных занятиях и обратиться к тренеру по виду спорта.

## Литература

1. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. - М.: Медицина, 1997. - 235 с.

2. Гаркави, Л.Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.Я. Уколова. - Ростов: Изд. Ростовского гос. ун-та, 1977. -119 с.

3. Грачев, В.А. Управление профессиональной подготовкой пожарных на основе исследования закономерностей их физической работоспособности : автореф. дис. ... канд. техг. наук : 05.13.10 / Грачев Владимир Анатольевич ; Академия ГПС МВД РФ. - М., 2001. - 219 с.

4. Геселевич, В.А. Медицинский справочник тренера / В.А. Геселевич. - М.: Физкультура и спорт, 1981. - 250 с.

*Г.К. Ивахнюк, доктор химических наук, профессор  
В. А. Борисова, адъюнкт, А.С. Давиденко, адъюнкт  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

## **ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННОГО ЭПОКСИДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Композиционные материалы (композиты) – в наши дни признаны одним из самых перспективных и наиболее востребованных материалов, применяемых в промышленности в современных условиях. Широкое распространение композиционные материалы получили во многом за счет их главного преимущества – возможности наделить их требуемыми свойствами еще на этапе создания, а впоследствии перенести эти свойства на элементы конструкций и изделий на их основе. Отдельную нишу в производстве занимают полимерные композитные материалы (далее – ПКМ). Их отличие в первую очередь заключается в том, что в его конструкции как минимум одна из непрерывных фаз является органическим полимером – различными полиэфирными смолами (например, эпоксидной или кремнийорганической смолой).

Однако существенными минусом, ограничивающим использование ПКМ, является их термическая стойкость и недостаточная стабильность при воздействии повышенных температур, в том числе и в условиях пожара. Для того, чтобы не пришлось жертвовать широкой сферой применения материала и применение ПКМ осуществлялось не в ущерб безопасности, возникла необходимость создания композита с повышенной термической стойкостью и термической стабильностью. Решение описанной проблемы можно найти путем подбора оптимального состава полимерного композита.

Композиты состоят из матрицы – некоего полимерного связующего, и придающего материалу прочность армирующего наполнителя. Примечательно, что компоненты композита не растворяют и не поглощают друг друга, а некоторые конечные качества ПКМ, такие как монолитность, обеспечиваются благодаря заданным адгезионными или аутогезионными связями. Контролировать такого рода связи можно за счет выбора и модификации состава матрицы.

Одним из самых распространенных веществ связующего композитов являются эпоксидные смолы. Ее используют в качестве эпоксидного клея и пропиточного материала, на ее основе делают различные изделия с определенными формами[1]. Тем ни менее, применение связующих на основе эпоксидных олигомеров сдерживает их низкая термическая стабильность.

Эпоксидная смола может менять своих характеристики за счет введения в нее различных модификаторов. Такими материалами могут послужить различные пластификаторы (для добавления смоле упругости после

застывания) или порошки различных материалов (например, алюминия для повышения прочности, или графита для придания теплопроводности) [2].

Решение проблемы термической стабильности можно добиться за счет армирования эпоксидной матрицы материала при помощи углеродных наночастиц. Исследования [3,4] показателей термической стабильности – температуры начала деструкции и самовоспламенения, значение теплового эффекта, – матриц на основе эпоксидной смолы и низкомолекулярного отвердителя, модифицированных введением в структуру материала углеродных наночастиц в различной массовой концентрации показали перспективность модификации материала в целях обеспечения его термостойкости.

Термический анализ процесса нагревания образцов эпоксидной смолы на термогравиметрических кривых [3] показывает, что при исследовании образцов с нанонаполнителем – частицами астралена – при нагревании снижается интенсивность разрушения компонентов отвердителя, повышается температура самовоспламенения, наблюдается увеличение продолжительности процесса термической деструкции, а для ряда составов значительно снижается тепловой эффект по сравнению с аналогичным показателем немодифицированного состава. Таким образом, повышается термическая стабильности модифицированного состава, что дает возможность говорить о целесообразности введения в структуру эпоксидной матрицы астралена. Данный наполнитель позволяет стабилизировать процесс нагревания изделия на основе описываемого материала и приводит к снижению показателей горючести образцов.

Что касается армирующих наполнителей ПКМ для придания материалам необходимых эксплуатационных характеристик, стоит отметить, что материалы могут быть конструктивно усилены структурами из натуральных волокон. Одним из примеров подобной волокнистой структуры может послужить базальтовая сетка, сделанная из базальтового тонкого волокна (далее – БТВ). БТВ показывает высокую работоспособность в широком диапазоне температур ( $-260^{\circ}\text{C} \dots +700^{\circ}\text{C}$ ), имеет хороший показатель вибрационной стойкости и химической инертности, и, что примечательно, благодаря своей негорючести повышает огнестойкость изделий, в состав которых оно входит. БТВ совместимо с неорганическими связующими, что позволяет создавать новый класс негорючих композиционных материалов [5].

Так, например, на основе модифицированного связующего и армирующего базальтового волокна может быть выполнен ПКМ, конструкция и состав которого представлены на рисунке 1.

Помимо описанных ранее модифицированной матрицы (позиция 2 на рисунке) и армирующего волокна (позиция 3), в конструкции ПКМ включены защитное покрытие (позиция 1) и базовое вещество или материал (позиция 4).

Защитное покрытие призвано обеспечить защиту или снизить последствия различного рода воздействий – механического воздействия (ударного), физического (перепады температур, влажность) или химического (окисление, воздействие химически активных сред).

Роль базы могут играть: другие материалы (при использовании композита для целей ремонта изделий), грунтовка (в случае применения ПКМ как материала изоляции), аналогичный слой композиционного материала (при создании изделия из нескольких слоев пропитанной полимерным связующим армирующей волокнистой основы - препрегов).

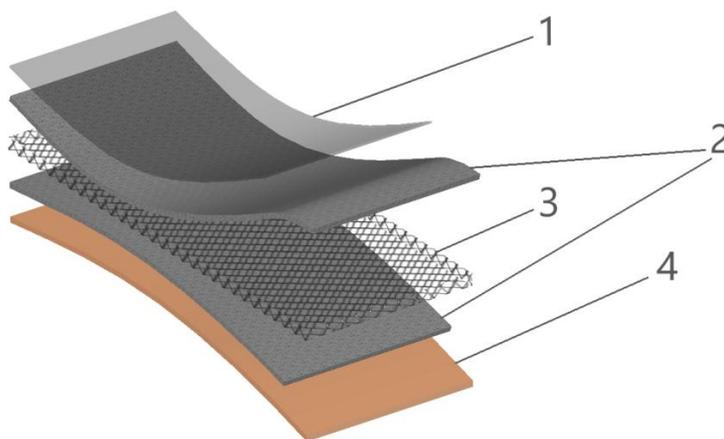


Рисунок 1 – Конструкционная модель полимерного композита с повышенной термической стабильностью

*1 – защитное покрытие, 2 – связующая матрица, модифицированная добавлением в объем наноразмерных частиц углерода, 3 – армирующая базальтовая сетка, 4 – база для использования композита*

Для полимерного композита, состоящего из негорючего армирующего материала (базальтового волокна), а также модифицированной наночастицами углерода матрицы на основе эпоксидной смолы, отмечается синергетический эффект материалов, что приводит к повышению огнестойкости материала по сравнению с базовым полимерным составом. Использование модифицированного материала позволит улучшить показатели термостойкости и прочности композиционных изделий в условиях воздействия повышенных температур при пожаре.

## Литература

1. Ушков В.А., Копытин А.В., Шувалова Е.А., Смирнов В.А. Горючесть и дымообразующая способность композиционных материалов на основе эпоксидных олигомеров // Пожаровзрывобезопасность. - 2017. - Т. 26. № 6. - С. 31-42.

2. Гафарова В.А., *Материалы и способ заделки трещин в нефтегазовом оборудовании в межремонтный период эксплуатации: дисс. на соискание ученой степени канд. тех. наук, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, 2019.*

3. Пономарев А.Н., Зелинская И.А., Борисова В.А., Гуменюк В.И. Модификация полиарамидных волокон углеродными наноструктурами для

повышения термической стойкости в условиях горения углеводородов //Сибирский пожарно-спасательный вестник. - 2019. - № 4 (15). - С. 23-27.

4. Брусенцева Т., Зобов К., Филиппов А., Базарова Д., Лхасаранов С., Чермошенцева А., Сызранцев В. Введение нанопорошков и механические свойства материалов на основе эпоксидных смол // Наноиндустрия: науч.техн. журнал. — 2013. — № 3 (41).

5. Охлопкова А.А., Васильев С.В., Гоголева О.В. Исследование влияния базальтового волокна на физикомеханические и триботехнические характеристики композитов на основе политетрафторэтилена // Арктика. XXI век. Технические науки. - 2014. - № 1(2). - С. 11-19.

УДК 628.47

*А. С. Константинова, С. Н. Северин  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОЖАРОВ НА ПОЛИГОНАХ ТБО НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Пожары на различных объектах промышленности не только создают угрозу для жизни и здоровья людей и наносят крупный материальный ущерб. Пожары на отдельных видах объектов (например, химически и радиационно опасные объекты) могут наносить непоправимый ущерб экосистемам. Особо стоит отметить такие объекты, как полигоны по переработке твердых бытовых отходов (ТБО).

Полигон представляет собой место сосредоточения большого количества горючей нагрузки, в том числе различных полимеров, которые при горении выделяют вещества, обладающие токсическим воздействием на окружающую среду в целом и организм человека в частности.

Согласно требованиям нормативных правовых актов «... определение места строительства объектов размещения отходов осуществляется на основе специальных (геологических, гидрологических и иных) исследований ...» [1] Однако в подавляющем большинстве случаев места захоронения отходов создаются стихийно, без учета каких-либо природоохранных требований, в отработанных карьерах, котлованах и других подходящих объектах рельефа, по сути представляя собой свалки. Большая часть действующих в настоящее время территорий по приемке отходов не соответствует ни санитарно-эпидемиологическим требованиям, ни требованиям земельного законодательства [2].

В соответствии с санитарными правилами на территории складирования ТБО должны быть приняты необходимые меры по недопустимости самовозгорания [3]. На практике эти меры зачастую не выполняются, на свалках фиксируются пожары различной степени сложности.

Большое количество и разнообразие материалов, находящихся на свалках, в случае возникновения пожара ведет к выбросу в атмосферу ряда токсичных веществ (таблица 1) [4, 5, 6].

Таблица 1 - Примеры токсичных веществ, выделяющихся при горении веществ и материалов, находящихся на полигонах ТБО

Токсичное вещество	Вещества и материалы, при горении которых выделяется	Влияние на организм человека	ПДК
угарный газ CO	продукт неполного сгорания органических веществ	оказывает общетоксическое действие на организм, нарушает тканевое дыхание	$1,16 \cdot 10^{-3}$ кг/м <sup>3</sup>
хлороводород HCl	синтетические пленки, смолы	повреждение живых тканей обусловлено особенностями действия хлороводородной кислоты, которая отнимает воду от тканей	$2,3 \cdot 10^{-5}$ кг/м <sup>3</sup>
сероводород H <sub>2</sub> S	шерсть, нефтепродукты, резина, древесина	при ингаляционном поступлении в организм быстро всасывается, поражая стволовые дыхательные центры, вызывает развитие тканевой гипоксии	смертельная концентрация 1,2 мг/л, симптомы интоксикации проявляются при концентрации 0,02 - 0,2 мг/л
акролеин CH <sub>2</sub> =CHCHO	целлулоид, целлюлоза, полиолефины	сильно раздражает слизистые оболочки, обладает некоторым общетоксическим действием	0,2 мг/м <sup>3</sup>
аммиак NH <sub>3</sub>	нейлон, смолы, шелк, древесина	вступает в реакцию с водой секрета клеток слизистой оболочки с образованием гидроксида аммония, вызывает колликвационный некроз ткани	
синильная кислота HCN, цианиды	нейлон, бумага, полиуретан, нитроцеллюлоза, смолы, шелк, древесина	ингибируют многие ферменты, нарушая тканевое дыхание	
изоцианаты R-N=C=O	полиуретан	при вдыхании вызывают токсический отек легких	
стирол C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	полистирол	оказывает слабое наркотическое действие на ЦНС, сильно раздражает слизистые оболочки и вызывает поражения печени	5 мг/м <sup>3</sup>
фосген CCl <sub>2</sub> O	пенопласты	вызывает раздражение верхних дыхательных путей, вдыхание более высокой концентрации приводит к развитию отека легких	

В Ленинградской области свалки представляют собой одну из основных экологических проблем региона даже без учета роли возможных пожаров. При возникновении же возгорания на подобном объекте ситуация, как правило, осложняется на порядок – токсичный дым разносится ветром на десятки километров, накрывая в том числе населенные пункты. В качестве примера можно привести пожар на полигоне ТБО на Волхонском шоссе в ноябре 2011 г., в результате которого в воздух попало значительное количество токсичных продуктов низкотемпературного горения пластиков: от диоксида азота, вызывающего раздражение дыхательных путей, до диоксина, при попадании в организм провоцирующего генные мутации и опухоли.

Еще одним ярким примером может послужить полигон для утилизации токсичных отходов Красный Бор, расположенный в 30 км от Санкт-Петербурга, в пяти километрах от МО Колпино (Колпинский район Санкт-Петербурга) и в двух километрах от поселка Красный Бор Ленинградской области. Сотни химических, медицинских и промышленных предприятий города и области свозят в Красный Бор самую опасную промышленную и бытовую химию – пестициды, аккумуляторы, отработанные люминесцентные лампы, жидкие отходы – реактивы, отходы гальваники, кислоты, соли хрома, бериллия, свинца, нефтепродукты, отработанные масла и другие отходы I–II классов опасности. Пожары на данном объекте оказывают крайне негативное влияние на состояние здоровья населения, проживающего в окрестных населенных пунктах.

Таким образом, полигоны ТБО в случае пожара представляют собой существенную угрозу здоровью людей и окружающей среде.

### Литература

1. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».
2. Алешина Т.А. Причины возгораний на свалках ТБО // Вестник МГСУ. – 2014. – № 1. – С. 119-124.
3. СП 2.1.7.1038-01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов.
4. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том I. Органические вещества. Под ред. Засл. Деят. Науки проф. Н.В. Лазарева и д.м.н. Э.Н. Левиной. – Л.: «Химия», 1976 г. – 592 с.
5. Лужников Е.А. Клиническая токсикология: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1994. – 256 с.
6. Линг Л., Кларк Р., Эриксон Т., Трестрейл Дж. Секреты токсикологии / Пер. С англ. – М. – СПб.: «Издательство БИНОМ» - «Издательство «Диалект», 2006 – 376 с.

Е.А. Коткова, А.В. Матвеев, кандидат технических наук  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЭВАКУАЦИИ**

Проблема моделирования процесса эвакуации в случае пожаров или чрезвычайных ситуаций (ЧС) на объектах с массовым пребыванием людей в настоящее время является достаточно актуальной и привлекает все большее внимания исследователей по причине, с одной стороны, постоянного увеличения количества данных объектов, а с другой стороны, высоким уровнем потенциальной опасности для людей в случае ЧС [1-3]. Данные факторы подчеркивают необходимость изучения динамики движения толпы с учетом индивидуальных особенностей поведения эвакуированных в экстренных ситуациях. Результаты таких исследований могут облегчить процесс проектирования оптимальных планов эвакуации, а также управление процессом эвакуации в случае пожара или ЧС.

В процессе эвакуации каждый индивидуум осуществляет процесс принятия тех или иных решений, которые в общем виде можно представить на трех уровнях:

- стратегический (инициирование эвакуации);
- тактический (выбор маршрута эвакуации);
- оперативный (принятие решений в процессе перемещения).

На оперативном уровне эвакуируемые на различных стадиях эвакуации принимают мгновенные решения, такие как ускорение или замедление движения, остановка для предотвращения столкновения и др. Это влияет на характер движения каждого эвакуированного в отдельности, так и на весь процесс эвакуации толпы в целом. У каждого индивида в процессе движения есть собственная индивидуальная скорость, которая представляет собой усредненное значение скорости движения на определенном расстоянии. Чтобы полностью рассмотреть процесс эвакуации на микроуровне, необходимо сфокусировать свое внимание на поведении индивидов с учетом их знаний о запасных эвакуационных выходах, рекомендаций (инструкций) по правилам поведения и т.д.

Для построения адекватных моделей эвакуации на микроуровне естественно необходимо проведение множества экспериментов с целью получения исходных данных для моделирования. Кроме существующих традиционных методов статистического анализа, применяемых при моделировании эвакуации, достаточно перспективным подходом для анализа процесса эвакуации людей является машинное обучение, а именно нейронные сети, которые могут быть использованы для изучения скорости передвижения эвакуируемых и других индивидуальных особенностей и факторов, влияющих на процесс эвакуации толпы в целом. Другими словами искусственная

нейронная сеть (ИНС) – это вычислительная модель, имитирующая процесс мышления человека множеством взаимосвязанных нейронов [4]. Нейронные сети состоят из входных слоев, скрытых слоев и выходных слоев, представляющих соответственно входные данные (главные компоненты), скрытые правила и выходные данные (шаблоны движения), как показано на рисунке 1 [5].

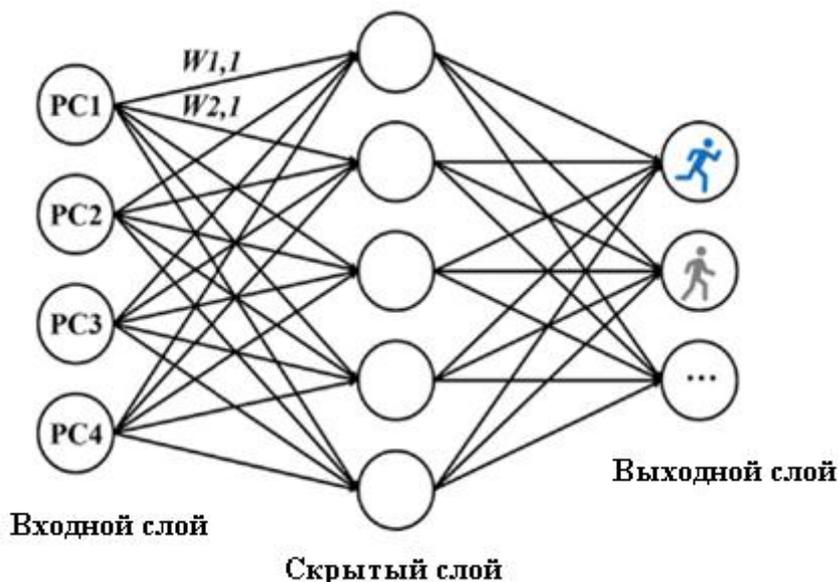


Рисунок 1 - Искусственная нейронная сеть

Информация с предыдущего уровня может быть доставлена на следующий уровень. Веса каждого уровня (например,  $W_{1,1}$  и  $W_{2,1}$ ) корректируются в соответствии с характеристиками классификации каждого уровня. Этот процесс повторяется для достижения удовлетворительной точности.

С помощью существующих методов компьютерного моделирования это исследование направлено на то, чтобы лучше понять динамику движения эвакуируемых на основе применения базового типа нейронной сети, а именно двухслойной сети прямой связи с выходным и скрытым слоями. Для повышения точности, в будущих исследованиях необходимо уделить внимание следующим аспектам:

- 1) изучить особенности в поведении индивидов в процессе эвакуации;
- 2) применение нескольких методов машинного обучения для моделирования процесса эвакуации;
- 3) изучить схему движения эвакуируемого с учетом встречающихся препятствий и расстояния до эвакуационного выхода (чем дальше эвакуируемый находится от эвакуационного выхода, тем с большей вероятностью он будет ускоряться);
- 4) изучить влияние действий толпы на характер движения одного из эвакуируемых (эвакуируемый более чувствителен к ускорению толпы, чем к замедлению).

## Литература

1. Холщевников В.В., Кудрин И.С. Обеспечение безопасной эвакуации людей с учетом стохастичности процесса распространения опасных факторов пожара в высотных зданиях // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22. – № 4. – С. 38-51.
2. Matveev A.V. The model of the process of emergency evacuation from the building while using the self-rescue equipment in case of the fire // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018; 13(15): 4535-4542.
3. Шихалев Д.В., Хабибулин Р.Ш., КемлохВагум У., Крэйби М. Индивидуально-поточная модель движения людей для задачи управления эвакуацией при пожаре // Технологии техносферной безопасности. – 2015. – № 3 (61). – С. 34-40.
4. S.M. Lo, M. Liu, P.H. Zhang, R.K.K. Yuen, An artificial neural-network based predictive model for pre-evacuation human response in domestic building fire, Fire Technol. (2009), <https://doi.org/10.1007/s10694-008-0064-6>.
5. Ke Wang, Xiupeng Shi, Algena Pei Xuan Goh, Shunzhi Qian (2019), A machine learning based study on pedestrian movement dynamics under emergency evacuation // Fire Safety Journal 106 (2019) 163–176.

УДК 614.8

*А. Б. Кусаинов, начальник кафедры*

*Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

### **ИНДЕКСНАЯ МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ ГОРОДОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

С помощью теории пожарных рисков [1], проведем исследования пожарной безопасности городов Республики Казахстан.

С позиций данной теории обстановку с пожарами в городах Казахстана можно представить в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Интегральные пожарные риски в городах Республики Казахстан

№ п/п	Город	Численность населения тыс. человек	Интегральные пожарные риски				
			$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$
1	Крупнейшие	Более 1000	2,6	0,6	1,5	8,7	5,1
2	Крупные	От 250 до 1000	5,9	0,9	5,3	4,5	4
3	Большие	От 100 до 250	6,7	1	6,7	3,6	3,6
4	Средние	От 50 до 100	1,5	0,09	0,1	3,9	3,5
5	Малые	До 50	3,4	0,03	0,09	3,3	4,1
<b>ИТОГО</b>			<b>3,2</b>	<b>0,8</b>	<b>2,5</b>	<b>1,4</b>	<b>4,6</b>

Примечание.  $R_1$  — риск для человека оказаться в условиях пожара на каждые 1000 чел.;  $R_2$  — риск погибнуть при каждых 100 пожарах;  $R_3$  — риск погибнуть при пожаре за год на каждые 100 тыс. чел.;  $R_4$  — риск получить увечье при каждых 100 пожарах;  $R_5$  — риск получить увечье при пожаре за год на каждые 100 тыс. чел.

Из таблицы 1 видно, что риск  $R_1$  находится в диапазоне в средних городах – 1,5 и в крупных городах – 5,9 пожара на 1000 чел., средний показатель в городах республики составляет – 3,2. Риск  $R_2$  находится в диапазоне в малых городах – 0,03 и в больших городах – 1,0 жертв на 100 пожаров, средний показатель в городах республики составляет – 0,8. Риск  $R_3$  находится в диапазоне в малых городах – 0,09 и в больших городах – 6,7 жертв на 100 000 чел. в год [2].

Методология интегральных пожарных рисков позволила определить пожарную опасность городов по 5 показателям. Однако имеется ряд проблем, препятствующих повышению эффективности обеспечения пожарной безопасности городов, решение которых позволит повысить безопасность и действенность управления пожарной безопасностью городов, в частности не разработаны следующие системы [3]:

- критериев, для анализа интегральных пожарных рисков;
- индексов, позволяющая оценить результативность управления пожарной безопасностью и степень опасности возможных интегральных рисков для городов.

Индексный метод позволяет провести оценку интегральных рисков и сравнить их между городами.

Таким образом, местные исполнительные органы и уполномоченный орган в области пожарной безопасности получит возможность выявить критические интегральные риски и определить соответствующие управленческие решения, направленные на их минимизацию.

В целях упорядочения и систематизации, в таблице 2 представлены этапы индексного моделирования комплексной оценки пожарных рисков городов.

Таблица 2 – Этапы индексного моделирования комплексной оценки пожарных рисков городов

Этап	Краткое содержание этапа моделирования
1 этап	Проводится сбор данных о произошедших пожарах и их последствиях за единицу времени
2 этап	Вычисляются основные пожарные риски: $R_1$ – количество пожаров, приходящихся в год на одного человека; $R_2$ – количество погибших при одном пожаре; $R_3$ – количество людей, погибающих от пожаров за год, в расчете на одного человека; $R_4$ – количество пострадавших при одном пожаре; $R_5$ – количество людей, пострадавших от пожаров за год, в расчете на одного человека
3 этап	Сравнительный анализ пожарных рисков путем ранжирования и присвоения соответствующего индекса $J_{R_i}$ .

4 этап	Комплексная оценка пожарной опасности проводится путем суммирования полученных итоговых индексов $J_k = \sum_{i=1}^5 J_{R_i}$ .
5 этап	Определение интервальных значений комплексного показателя пожарной опасности $J_{k_{cp}} - 6 < J_{k_{cp}} < J_{k_{cp}} + 6$
6 этап	Вывод о пожарной обстановке в городах и проводится анализ с целью разработки мер по ее улучшению (управление пожарными рисками)

Проведен последовательный анализ пожарных рисков индексным методом для 85 городов Республики Казахстан (рисунки 1 и 2).

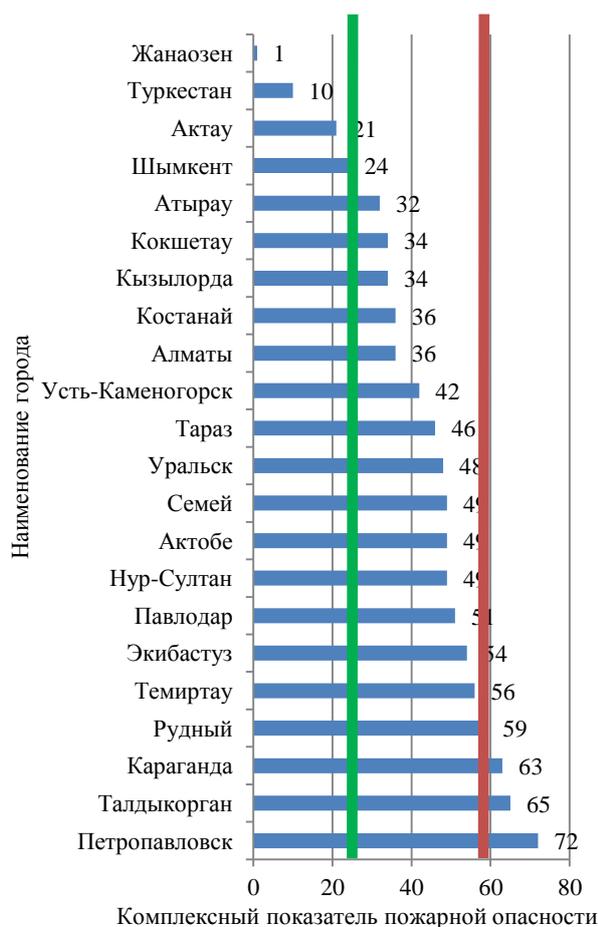


Рисунок 1 – Комплексный показатель пожарной опасности городов с численностью населения от 100 тыс. и более

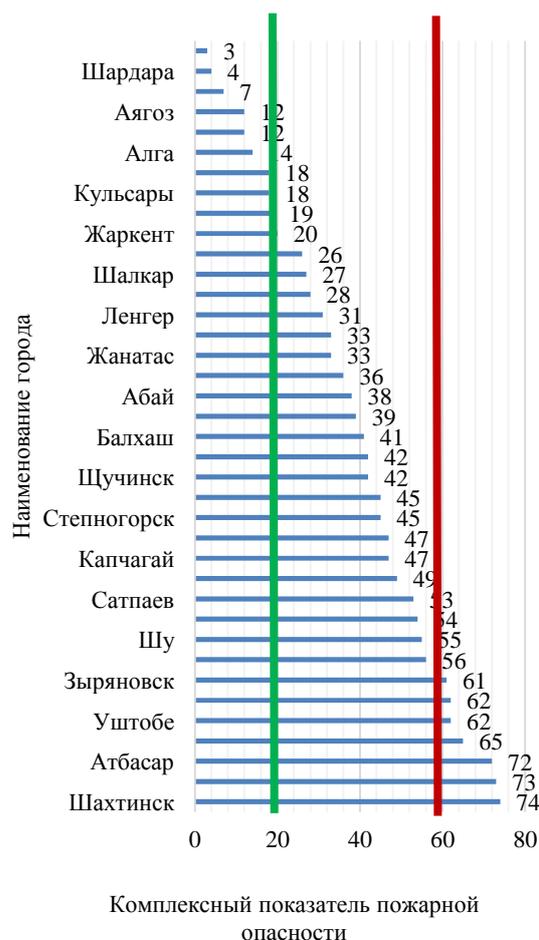


Рисунок 2 – Комплексный показатель пожарной опасности городов с численностью населения от 50 до 100 тыс.

На основании результатов проведенного исследования обоснованы значения комплексного показателя пожарной опасности  $J_k$  к оценке уровня пожарной опасности [4].

Сводная информация по городам и регионам республики, в которых комплексный показатель пожарной опасности превышает интервальные значения  $J_{k_{cp}} - 6 < J_{k_{cp}} < J_{k_{cp}} + 6$ , представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Сводная информация по городам и регионам республики

№ п/п	Наименование	Всего городов	Группа города		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
1	Акмолинская область	10	-	Атбасар	Акколь
2			-	-	Есиль
3	Актюбинская область	8	-	-	-
4	Алматинская область	10	Талдыкорган	Уштобе	-
1	2	3	4	5	6
5	Восточно-Казахстанская область	10	-	Риддер	Шемонаиха
6			-	Зыряновск	-
7	Жамбылская область	4	-	-	-
8	Западно-Казахстанская область	2	-	-	-
9	Карагандинская область	11	Караганда	Шахтинск	Приозерск
10			-	Сарань	Каркаралинск
11	Костанайская область	4	Рудный	Аркалык	-
12					
13	Павлодарская область	3	-	-	-
14	Северо-Казахстанская область	5	Петропавловск	-	-
15	Туркестанская область	7	-	-	-

Из таблицы 3 видно, что из 85 исследуемых городов в 16 комплексный показатель пожарной опасности превышает интервальные значения  $J_{кcp} - 6 < J_{кcp} < J_{кcp} + 6$ . Наибольшее количество таких городов приходится на Карагандинскую (5), Акмолинскую (3), Восточно-Казахстанскую (3), Алматинскую (2), Костанайскую (2) и Северо-Казахстанскую (1) область [4].

Таким образом, по итогам применения разработанной методики впервые был установлен объективный уровень пожарной опасности в городах Республики Казахстан.

#### Литература

1. Брушлинский Н. Н., Иванов О. В., Клепко Е. А., Соколов С. В. Пожарные риски (основы теории): Монография. – М.: Академия МЧС России, 2015. – 65 с.

2. Брушлинский Н. Н. Основы теории пожарных рисков и ее приложение / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов, Е. А. Клепко. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. - 82 с.

3. Раимбеков К. Ж., Кусаинов А. Б. Комплексный подход к оценке риска чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. - № 1. – С. 61–64.

4. Кусаинов А.Б. Оценка комплексного показателя пожарной опасности городов Республики Казахстан // Пожары и чрезвычайные ситуаций: предотвращение и ликвидация. – М.: Академия государственной противопожарной службы МЧС России. - 2016. - № 4. – С. 80-82.

УДК 614.841:678

*Е. И. Лавренюк, кандидат технических наук, доцент*

*Б. М. Мыхаличко, доктор технических наук, профессор*

*Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности*

## **ЭПОКСИДНЫЕ ПОКРЫТИЯ – КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ОГНЕЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ**

Предотвращение либо снижение склонности к воспламенению древесины от источников зажигания малой мощности, уменьшение скорости распространения пламени по поверхности и, в конечном итоге, прекращение горения являются основной целью огнезащитной обработки древесины. Наиболее эффективными методами огнезащиты древесины является пропитка антипиренсодержащими составами и нанесение огнезащитных покрытий: обмазок, лаков, эмалей.

Однако большинство средств и способов огнезащиты древесины эффективны лишь в начальных этапах распространения пожара. В условиях интенсивного пожара они оказываются малоэффективными. Кроме того, вследствие действия мощных тепловых потоков от пламени может увеличиваться интенсивность дымообразования и токсичность продуктов их деструкции. Поэтому при разработке огнезащитных покрытий для древесины необходимо учитывать не только класс огнезащиты, но и такие не менее важные показатели пожароопасности, как температуры воспламенения и самовоспламенения, скорость распространения пламени, коэффициент дымообразования.

В работе представлены результаты разработки и комплексного исследования эффективности действия огнезащитного покрытия для древесины. Огнезащитное покрытие содержит в качестве связующего эпоксидиановую смолу и комплексное соединение на основе неорганической соли *d*-металла и полиэтиленполиамина, которое одновременно выполняет

роль антипирена и отвердителя [1, 2]. Преимуществом разработанного покрытия является простая технология изготовления и нанесения, экологичность, эстетичность и сравнительно невысокая стоимость.

По результатам проведенных испытаний исследуемая композиция позволяет обеспечить I группу огнезащитной эффективности, что гарантирует получение трудногорючей древесины. Потеря массы образца составляет 7,2%, что примерно в 1,5 раза меньше по сравнению с известными аналогами. Огнезащитный эффект достигается за счет изменения количественного и качественного состава продуктов деструкции древесины, обработанной эпоксидным покрытием. В частности, вследствие обработки древесины огнезащитным покрытием на основе модифицированной солью *d*-металла эпоксиаминной композиции изменяется состав газообразных продуктов деструкции древесины в сторону увеличения выхода негорючих газообразных продуктов[3].

Кроме того, целенаправленное модифицирование эпоксиаминной композиции приводит к стремительному снижению показателей группы горючести, повышению температур воспламенения и самовоспламенения и переводит их из группы горючих материалов средней воспламеняемости в группу трудногорючих. Результаты изучения закономерностей распространения пламени по поверхности образцов эпоксиполимерных материалов показали, что композиции с содержанием соли *d*-металла не распространяют пламя и относятся к наивысшей категории стойкости к горению ПВ-0.

Введение антипирена в эпоксиаминную композицию приводит к снижению коэффициента дымообразования в режиме горения и тления и обеспечивает перевод модифицированных композиций из группы материалов с высокой дымообразующей способностью в группу материалов с умеренной дымообразующей способностью [4, 5].

В итоге разработанные композиции с успехом могут быть использованы не только для огнезащиты деревянных конструкций, но и в качестве клея древесностружечных плит, а также, для монтажа подвесных потолков вестибюлей, лестничных клеток, лифтовых холлов, покрытий полов коридоров, холлов, фойе.

## Литература

1. Пархоменко В.-П.О. Роль антипірена-затвердника у формуванні самозгасаючих епоксіамінних композицій / В.-П.О. Пархоменко, О.І. Лавренюк, Б.М. Михалічко // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. – Київ, 2017. – №1 (3). – С. 84-89.

2. Lavrenyuk H. A new copper(II) chelate complex with polyamines as fire retardant and epoxy hardener: Synthesis, crystal and electronic structure, and thermal behavior of (ethylenediamine-N, N')-(diethylenetriamine-N, N', N'')-copper(II) hexafluoridosilicate / H. Lavrenyuk, B. Mykhalichko, V. Dziuk, V. Olijnyk, O. Mykhalichko// Arabian Journal of Chemistry – 2020. – Vol. 13. – P. 3060-3069.

3. Пархоменко В.-П.О. Вплив купрум (II) гексафлуорсилікату на термоокисну стійкість самозгасаючих епоксіамінних композицій / В.-П.О. Пархоменко, В.В. Кочубей, Б.М. Михалічко, О.І. Лавренюк, Ю.П. Павловський // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів, 2017. – №30. – С. 132-136.

4. Пархоменко В.-П.О. Визначення групи горючості епоксіамінних композицій, модифікованих солями купруму(II) / В.-П.О. Пархоменко, О.І. Лавренюк, Б.М. Михалічко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. труд. – Харьков, 2017. – Вып. 41 – С. 124-128.

5. Пархоменко В.-П. Трудногорючие эпоксисаминные композиции: принципы формирования и регулирования показателей пожароопасности / В.-П. Пархоменко, Е. Лавренюк, Б. Мыхаличко // Вестник Кошетауского технического института – 2018. – № 1(29) – С. 56-61.

УДК 614.841.123.24

*Р. В. Мироненко, кандидат технических наук, научный сотрудник  
В. Н. Малиновская, старший научный сотрудник  
Академия ГПС МЧС России, г. Москва*

## **ВЛИЯНИЕ ТИПА ДИСКОВОГО УСТРОЙСТВА, УСТАНОВЛЕННОГО В КОМПЬЮТЕР НА ВРЕМЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ НЕОБХОДИМОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОЖАРНЫХ РИСКОВ**

В России неотъемлемой частью проектной документации на здание или сооружение стал расчет пожарного риска, который в свою очередь включает расчет времени эвакуации людей при пожаре и расчет необходимого времени эвакуации.

Расчеты пожарных рисков можно разделить условно на три этапа:

- расчет времени эвакуации при пожаре;
- расчет необходимого времени эвакуации;
- обработка результатов расчетов.

На сегодняшний день наиболее трудозатратным этапом расчетов пожарных рисков с точки зрения потерь времени специалистом является расчет необходимого времени эвакуации при пожаре. Согласно утвержденным методикам [1, 2] расчет необходимого времени эвакуации при пожаре можно осуществить с помощью трех математических моделей:

- интегральная;
- двухзонная (зонная или зональная);
- полевая (дифференциальная).

Интегральная и зонная математические модели пожара согласно [1, 2] имеют ограничения, которые ограничивают сферу применения этих моделей. Наиболее универсальной математической моделью пожара является полевая.

Полевой метод моделирования пожара не лишен своих минусов, главным минусом из которых является не время построения расчетной модели, а время компьютерного моделирования. В дальнейшем будет идти речь только о полевом методе моделирования пожара.

Расчеты необходимого времени эвакуации проводят в специализированных программных продуктах. Наиболее известным программным продуктом реализующим полевую (дифференциальную) модель развития пожара в мире являются – FireDynamicsSimulator (далее – FDS). На сегодняшний день в России 86% расчетов необходимого времени эвакуации по полемому методу моделирования пожара производятся в программных продуктах на основе FDS. В дальнейшем пойдет речь о расчетах в программных продуктах на основе FDS.

В свою очередь расчет моделирования динамики развития пожара можно разделить на три подэтапа:

- задание исходных данных;
- компьютерное моделирование динамики развития пожара;
- обработка результатов.

Время, затрачиваемое на каждый из подэтапов зависит от разных факторов. Проведя анализ, были установлены следующие основные факторы по подэтапам:

Задание исходных данных:

- объем объекта моделирования;
- сложность объемно-планировочных решений.

Компьютерное моделирование развития динамики пожара:

- состав компьютерных комплектующих (параметры процессора, жесткого диска и т.д.);
- оптимизация расчетной области;
- параметры расчетной сетки.

Обработка результатов:

- количество расчетных точек;
- детализированность отчета по расчету необходимого времени моделирования.

При построении модели расчетной области при моделировании пожара следует учитывать такие особенности расчета в программах, основанных на FDS, такие как:

- на 1 Гб оперативной памяти может максимально приходиться 1 000 000 ячеек сетки;
- количество сеток, используемое при построении модели, должно быть меньше или равно количеству ядер процессора или должно быть меньше или равно количеству потоков в процессоре при параллельном расчете [3].

На основании выше изложенного была проведена серия качественных численных экспериментов по установлению влияния количества сеток в расчетной области и влияния типа накопителя данных на затрачиваемое время компьютерного моделирования и потребляемую энергию компьютером при моделировании.

В качестве экспериментального стенда для первой серии численных экспериментов использовался персональный компьютер со следующими комплектующими:

- процессор Intel I5-3470;
- материнская плата Asrock H61M-VG4;
- оперативная память Samsung M378B1G73EB0-CK0 16Гб;
- жесткий диск Western Digital WD2500YD-01NVB1 250 Гб.

Во второй серии численных экспериментов использовался персональный компьютер со следующими комплектующими:

- процессор Intel I5-3470;
- материнская плата Asrock H61M-VG4;
- оперативная память Samsung M378B1G73EB0-CK0 16Гб;
- твердотельный накопитель Crucial CT250MX200SSD1 250 Гб.

На экспериментальных стендах устанавливалась операционная система Windows 10. Минимальное необходимое количество оперативной памяти для стабильной работы Windows 10 составляет 2 Гб.

Версия FDS использовалась 6.7.1. В качестве графической оболочки для FDS был выбран Pygosim версии 2019.3.1204.

Учитывая тот факт, что для стабильной работы Windows 10 необходимо минимум 2 Гб не занятой оперативной памяти, в качестве экспериментальной модели для расчета была выбрана расчетная область размерами 10x2187,5x10 м, размер ячеек 0,25x0,25x0,25 м и общим количеством ячеек 14 000 000. Очагом пожара было выбрано горение автомашины [4, 5]. Размер очага пожара 2x4,5 м. Горение начинается в центре очага. Время моделирования 10 с.

Используемый в экспериментальных стендах процессор Intel i5-3470 имеет 4 ядра, 4 потока, поэтому было решено произвести в двух сериях экспериментов по три качественных эксперимента:

- в первом эксперименте одна расчетная сетка (расчетная сетка 1 – 14 000 000 ячеек);
- во втором эксперименте две расчетных сетки (расчетная сетка 1 – 7 000 000 ячеек, расчетная сетка 2 – 7 000 000 ячеек);
- в третьем эксперименте четыре расчетных сетки (расчетная сетка 1 – 3 499 200 ячеек, расчетная сетка 2 – 3 500 800 ячеек, расчетная сетка 3 – 3 500 800 ячеек, расчетная сетка 4 – 3 499 200).

Во время серий экспериментов замерялось время, затрачиваемое на компьютерное моделирование, и потребляемая энергия компьютером при моделировании в зависимости от типа накопителя.

Результаты экспериментов представлены на рисунках 1 и 2.

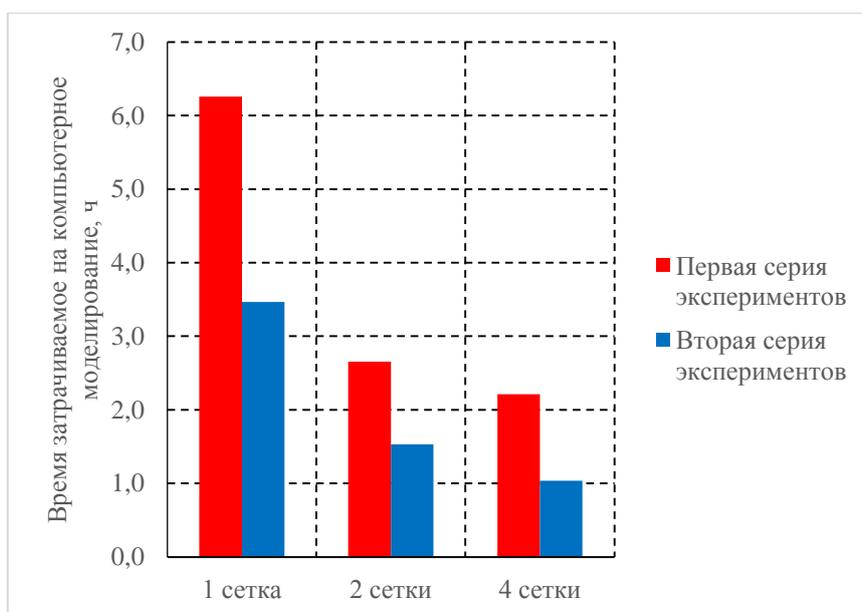


Рисунок 1- Время, затрачиваемое на компьютерное моделирование экспериментальной модели

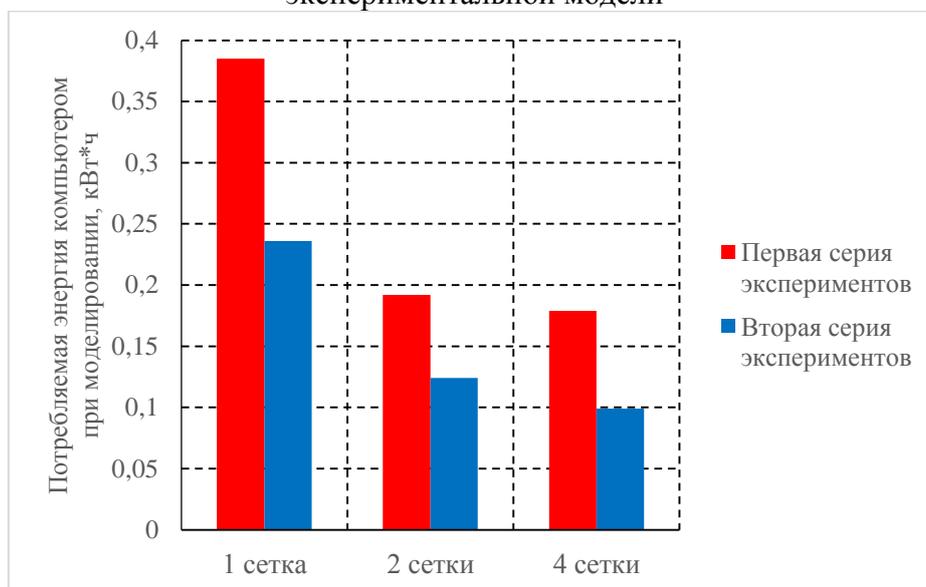


Рисунок 2- Потребляемая энергия компьютером при моделировании экспериментальной модели

Серии экспериментов показали, что при использовании вместо обычного жесткого диска твердотельный накопитель, время компьютерного моделирования может снижаться на 42-53%, а потребляемая энергия компьютером при расчете может снижаться на 35-45%.

Проведя две серии качественных численных экспериментов, было установлено, что при одном из способов оптимизации компьютера для расчета моделирования пожара по полевой (дифференциальной) модели в программе FDS (замены классического жесткого диска на твердотельный накопитель) можно сократить время компьютерного моделирования и затраты на электроэнергию.

## Литература

1. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382: (зарегистрировано в Минюсте РФ 06.08.2009 № 14486): (в ред. от 12.12.2011) // Гарант: информ.-правовое обеспечение. – Электрон.дан. – М., 2020. – Доступ из локальной сети б-ки Академии ГПС МЧС России (Дата обращения 22.01.2020).
2. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404: (зарегистрировано в Минюсте РФ 06.08.2009 № 14486): (в ред. от 12.12.2011) // Гарант: информ.-правовое обеспечение. – Электрон.дан. – М., 2020. – Доступ из локальной сети б-ки Академии ГПС МЧС России (Дата обращения 27.01.2020).
3. Salter, C. Fire Modelling Within Cloud Based Resources / C. Salter. Fire Technology, 2015, vol. 51, pp. 491–497.
4. Кошмаров, Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. Учебное пособие [Текст] / Ю. А. Кошмаров. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 126 с.
5. Карькин, И.Н. СИТИС 4-12 Рекомендации по использованию программы FDS с применением программ Pygosim 2012. SmokeView и «СИТИС: Фламмер 3.00» [Текст] / И.Н. Карькин, Н.А. Контарь, В.Ю. Грачев. – Екатеринбург: ООО «СИТИС», 2013 – 169 с.

УДК 004.8

*А. Г. Мусайбеков, адъюнкт*

*Р. Ш. Хабибулин, кандидат технических наук, доцент*

*Академия ГПС МЧС России, Российская Федерация, г. Москва*

### **ПРИМЕР ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОБЪЕКТЕ ЗАЩИТЫ**

*Актуальность* исследования вызвана необходимостью разработки методов и алгоритмов поддержки принятия управленческих решений в обеспечении пожарной безопасности нефтеперерабатывающих предприятий Республики Казахстан (РК). А также их реализации в виде компьютерных информационных систем, позволяющих снизить время принятия решений лицу, принимающему решение (ЛПР), в условиях большого количества исходной информации поступающей от субъектов как внешней, так и внутренней среды взаимодействия [1].

Проблема принятия решений обусловлена широким спектром управленческих задач решаемых ЛПР на объекте защиты, основными из которых являются: выбор необходимых систем предотвращения пожара, противопожарной защиты, организационно-технических мероприятий. При этом применение современных информационных систем необходимо от самого первого этапа (определение проблемы) до заключительного (оценка результатов принятого решения). Также необходимо отметить комплекс решаемых проблем: от хорошо структурированных до неструктурированных, что соответственно требует применение различных методов принятия решений.

#### *Основные функций и структура*

Таким образом, чтобы снизить уровень пожарной опасности нефтеперерабатывающих объектов и своевременно предотвратить возможные последствия от пожаров (взрывов) ставится задача по созданию специального программного обеспечения для нефтеперерабатывающих предприятий РК «АРМ системы поддержки принятия решений для специалиста пожарной безопасности НПЗ» [2], для которой можно определить следующие функций:

1. Сбор, хранение и обеспечение доступа к массивам данных об объектах защиты, методах и средствах противопожарной защиты.

2. Сбор, хранение и обеспечение доступа к массивам данных о случаях возникновения пожаров как прецедентов нарушения требований пожарной безопасности.

3. Оценка степени эффективности реагирования на каждый прецедент на основе сравнительного анализа с массивом базы данных прецедентов (БДП).

Структура специального программного обеспечения (СПО) для поддержки принятия решений представлен на рисунке 1.

Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Параметр 4
1) Площадь объекта 2) Площадь пожара 3) Количество вещества 4) Время горения	1) Площадь объекта 2) Площадь пожара 3) Количество вещества 4) Время горения	1) Площадь объекта 2) Площадь пожара 3) Количество вещества 4) Время горения	1) Площадь объекта 2) Площадь пожара 3) Количество вещества 4) Время горения
Показатель 1	Показатель 2	Показатель 3	Показатель 4
Площадь пожара	Площадь объекта	Количество вещества	Время горения

Рисунок 1 – Структура специального программного обеспечения системы поддержки принятия решений

### Пример практического применения

Показано практическое применение прецедентного подхода при поддержке принятия решений с использованием специального программного обеспечения на объекте защиты рисунок 2.

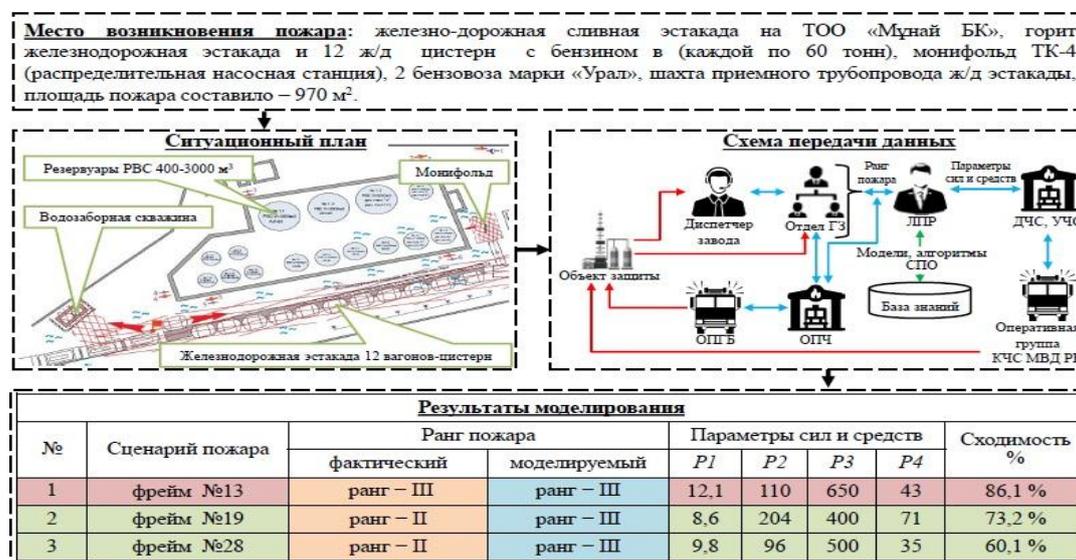


Рисунок 2 – Применение прецедентного подхода при поддержке принятия решений с применением специального программного обеспечения

Рассмотрен пожар на типовом объекте защиты, визуализировано место происшествия, схематично представлена взаимосвязь лица, принимающего решение с участниками ликвидации аварии с применением базы знаний (БЗ) [3]. Также показаны результаты моделирования по трем сценариям пожара, с определением фактического и моделируемого ранга пожара, параметров сил и средств, имеющие наибольшую сходимость с текущей ситуацией.

### Заключение

В результате применения методов, алгоритмов и информационных систем поддержки принятия управленческих решений в обеспечении пожарной безопасности нефтеперерабатывающих предприятий сделан вывод, об оптимизации значений показателей эффективности выполнения лицом, принимающим решение своих функциональных обязанностей. По свойству «принятия решений» наблюдается увеличение на 18%, а по количеству вариантов решений для обеспечения пожарной безопасности объекта защиты повышение на 5%, что позволяет лицу, принимающему решение более эффективно формулировать список мероприятий по управлению пожарной безопасностью на объектах защиты.

### Литература

1. Мусайбеков А.Г., Хабибулин Р.Ш., Гудин С.В. Обзор применения метода прецедентов в управлении безопасностью сложных систем // «Информационные системы и технологии». - 2019. - № 2 (112). – С. 103-112.

2. Мусайбеков А.Г., Хабибулин Р.Ш. Специальное программное обеспечение системы поддержки управления пожарной безопасностью объекта защиты на основе метода прецедентов // Материалы двадцать восьмой междунар. научно-техн. конф. «Системы безопасности – 2019» – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 27-32.

3. Мусайбеков А.Г., Хабибулин Р.Ш. Фреймовая модель применения метода прецедентов для управления пожарной безопасностью нефтеперерабатывающих заводов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. –2019. - №2. – С. 23-28.

УДК: 614.841

*В. М. Мустафин, адъюнкт  
Академия ГПС МЧС России, г. Москва*

### **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ УДЕЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ДЫМООБРАЗОВАНИЯ**

Сегодня для определения пожароопасных свойств строительных и отделочных материалов используются, описанные в ГОСТ 12.1.044-2018 методы [1]. Одним из таких методов является определение дымообразующей способности. Данный метод необходим для определения коэффициента дымообразования, который в свою очередь служит для классификации материалов по дымообразующей способности. Однако данный параметр также необходим для расчетов времени блокирования путей эвакуации по потере видимости в дыму в качестве исходных данных. Для этих целей была использована установка по определению пожарной опасности конденсированных веществ и материалов [2], которая имеет ряд конструктивных отличий в сравнении со стандартной установкой [1] по определению дымообразующей способности. Одно из которых заключается в конструкции камеры сгорания, представленной на рисунке 1.

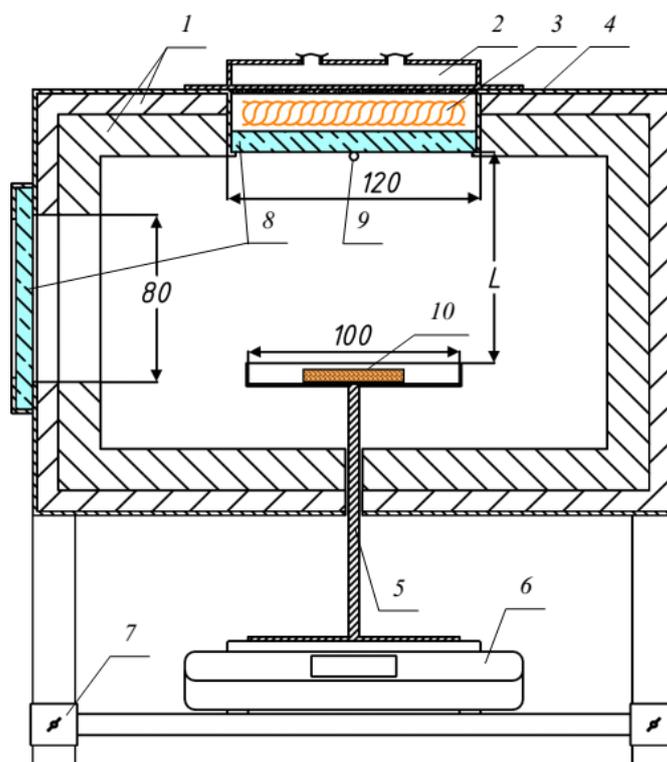


Рисунок 1 - Схема камеры сгорания экспериментальной установки:

- 1 – теплоизоляционный слой; 2 – камера водяного охлаждения;  
 3 – электронагревательный излучатель; 4 – наружная стенка камеры сгорания;  
 5 – держатель образца; 6 – электронные весы; 7 – система регулировки расстояния от  
 электронагревательного излучателя до испытуемого образца; 8 – кварцевое стекло;  
 9 – низкоинерционная термопара; 10 – образец для испытания.

Данная конструкция камеры сгорания позволяет визуально наблюдать за процессом терморазложения образца, измерять и записывать его массу на персональный компьютер в режиме реального времени, а также изменять расстояние от электронагревательного излучателя до испытуемого образца.

Для изучения влияния данного расстояния на пожароопасные свойства, исследуемого материала, а в частности дымообразующую способность были проведены замеры плотности теплового потока и температуры на различной удаленности от нагревательного элемента.

Измерение температуры (рис. 2) проводились с помощью термоэлектрических преобразователей типа ТПК 005 с диапазоном измерений от  $-40$  до  $+1000$  °С с погрешностью не более 6 %.

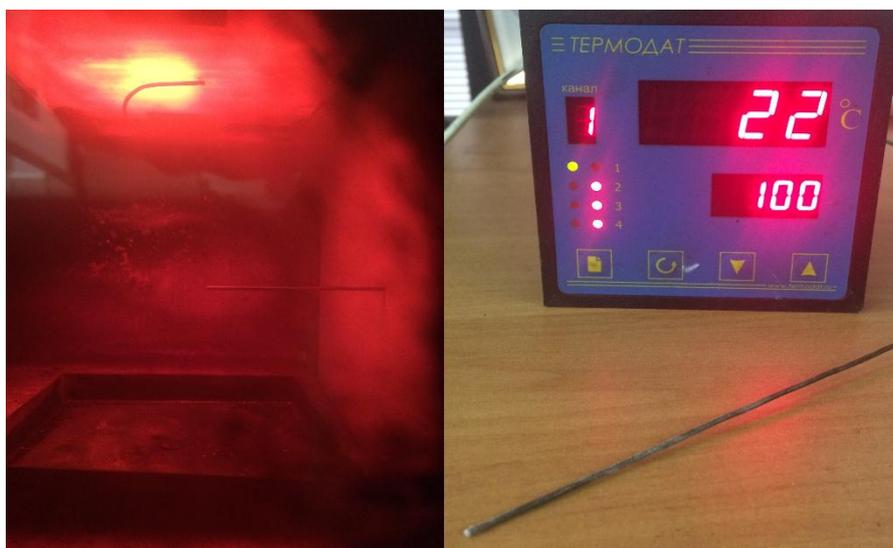


Рисунок 2 - Измерение температуры в камере сгорания

Измерения температуры внутри камеры сгорания проводились по схеме, приведенной на рисунке 3 в плоскости, параллельной дверце камеры. Замеры проводились в 66 точках при различной интенсивности работы нагревательного элемента.

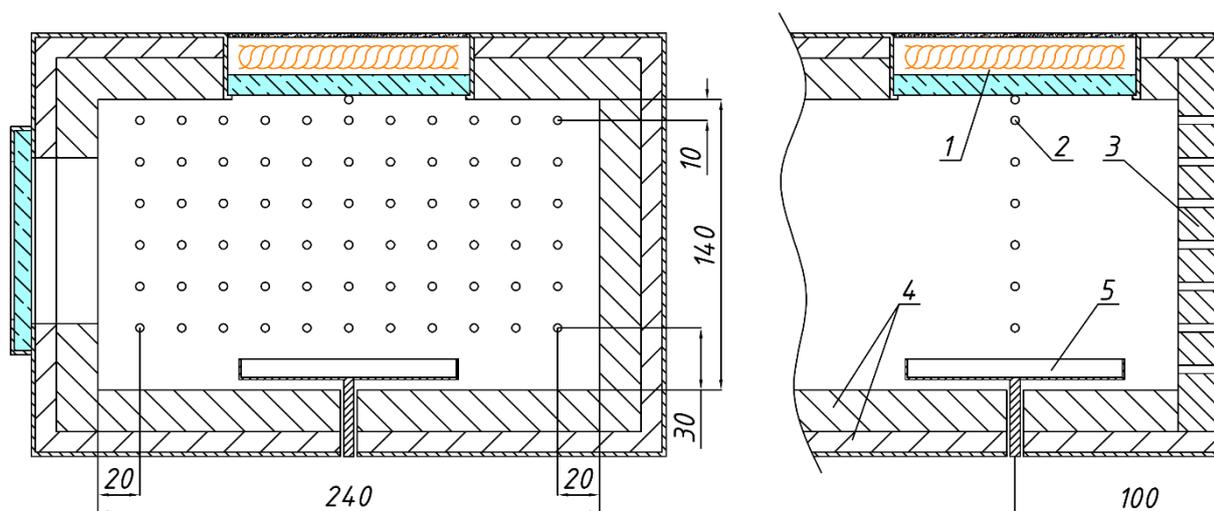


Рисунок 3 - Схема расположения точек измерения температуры в камере сгорания:

1 – электронагревательный излучатель; 2 – точка измерения температуры; 3 – стенка из теплоизолирующего материала с отверстиями под термопары; 4 – теплоизолирующие стенки камеры; 5 – держатель образца

Плотность теплового потока в отличие от температуры измерялась в трех точках (35, 55, 70 мм) в связи с габаритами используемого водоохлаждаемого датчика типа Гордон ФОА-013. Регистрация значений проводилась с помощью прибора с диапазоном измерений от 0 до 100 мВ и погрешностью, не превышающей  $\pm 8\%$ .

На основании полученных данных был проведен анализ серии огневых испытаний древесины хвойных пород размерами  $30 \times 30 \times 3$  мм и массой  $1,23 \pm 0,02$  г, проводимых на данной установке.

Данные испытания проводились при, заданной плотности теплового потока равной 25 и 35 кВт/м<sup>2</sup> и на разной удаленности образца от нагревательного элемента равной 35, 55 и 70 мм. Полученные зависимости представлены на рисунке 4 из которого можно заметить зависимость, получаемого значения коэффициента дымообразования от изменения положения образца в вертикальной плоскости.

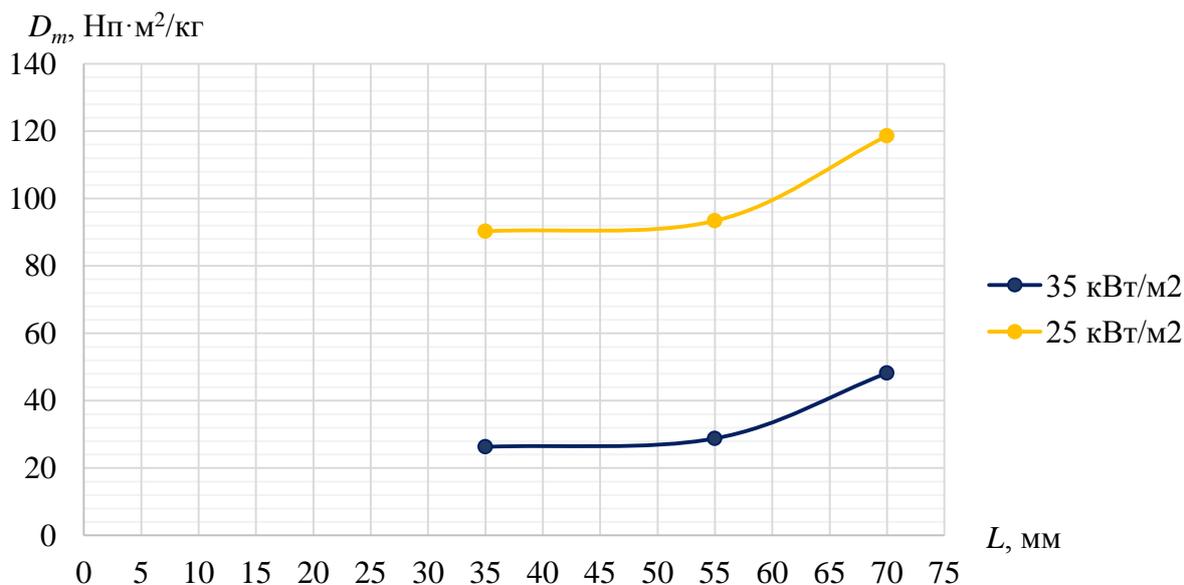


Рисунок 4 - График изменения значения коэффициента дымообразования от расстояния между образцом и электронагревательным элементом

Результаты данных испытаний более подробно представлены в таблице 1, в которой представлены следующие значения:  $q$  – плотность падающего теплового потока, кВт/м<sup>2</sup>;  $L$  – расстояние между поверхностью образца и нагревательным элементом, мм;  $t_n$  – регулировочная температура на внутренней поверхности нагревательного элемента, °С;  $t_o$  – температура на поверхности образца, °С;  $D_m$  – коэффициент дымообразования, Нп·м<sup>2</sup>/кг.

Таблица 1 - Влияние условий в камере сгорания на величину удельного коэффициента дымообразования древесины

№ экспериментов	$q$ , кВт/м <sup>2</sup>	$L$ , мм	$t_n$ , °С	$t_o$ , °С	$D_m$ , Нп·м <sup>2</sup> /кг	Режим испытания
1	35	70	685	309	56,9	горение
2	35	70	685	309	42,8	горение
3	35	70	685	309	44,8	горение
4	35	55	635	282	33,6	горение
5	35	55	635	282	29,5	горение
6	35	55	635	282	23,2	горение
7	35	35	591	273	22,1	горение
8	35	35	591	273	26,4	горение
9	35	35	591	273	30,4	горение
10	25	70	624	239	100,9	тление
11	25	70	624	239	134,5	тление
12	25	70	624	239	120,5	тление
13	25	55	572	224	85,7	тление
14	25	55	572	224	98,4	тление
15	25	55	572	224	96,2	тление
16	25	35	526	218	82,9	тление
17	25	35	526	218	98,6	тление
18	25	35	526	218	89,4	тление

Также для сравнения были проведены огневые испытания на тех же образца по стандартному методу [1], результаты которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты огневых испытаний на стандартной установке по методу [1]

№ экспериментов	$q$ , кВт/м <sup>2</sup>	$L$ , мм	$t_n$ , °С	$D_m$ , Нп·м <sup>2</sup> /кг	Режим испытания
1	35	60	766	290	горение (горелка)
2	35	60	766	775	тление
3	25	60	700	560	тление

Как видно из выше приведенных таблиц значения коэффициента дымообразования в значительной степени зависит от конструктивных особенностей установок [1,2] и условий проведения испытаний.

По мимо этого установка по определению пожарной опасности конденсированных веществ и материалов дает значения коэффициента дымообразования соразмерное со значениями, применяемыми при моделировании пожара [3], которые в свою очередь на порядок отличаются от значений, получаемых на стандартном методе.

Обоснование методики определения значений на установке по определению пожарной опасности конденсированных веществ и материалов, необходимых для расчета времени блокирования путей эвакуации в условиях снижения видимости, требует проведения дальнейших исследований.

## Литература

1. ГОСТ 12.1.044-2018 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения;

2. Патент РФ на полезную модель № 174688. Установка для определения пожарной опасности конденсированных материалов при их термическом разложении // патентообладатели: Сулейкин Е.В., Акперов Р.Г., Пузач С.В.; заявка 20.04.2017; регистрация 26.10.2017; Бюллетень № 30–2017.

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

УДК 614.84

*Р. Р. Насыров, магистрант  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

### **ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В КУЛЬТУРНО-ЗРЕЛИЩНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

Огонь с давних времен играет значимую роль в развитии человеческой цивилизации. «Приручение» огня, овладение процессами горения, создало человеческую цивилизацию, и по сей день дает толчок научно - техническому развитию цивилизации. Но вместе с этим по различным причинам огонь вырывается из-под контроля человека, превращаясь из союзника в грозного врага - пожар это не контролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан интересам общества и государства. Несмотря на положительную динамику снижения количества пожаров в Российской Федерации в целом, число погибших и травмированных людей на них, а также материальный ущерб, наносимый пожарами, остается по-прежнему на достаточно высоком уровне [1].

Огонь созидатель, но и вместе с тем нет ничего страшнее пылающего пламени. Пожары причиняют многозначительный, а иногда не поправимый вред природе, человеческому обществу, духовным и материальным ценностям.

С непрерывным расширением масштабов развития деятельности человеческой цивилизации, возрастает и его культурный уровень. Что провоцирует тенденцию строительства культурно-зрелищных учреждений театров, концертных залов, клубов, и т.д. И конечно увеличение масштабов строительства культурно-зрелищных учреждений положительно влияет уровень культурной жизни населения, но вместе с этим возникает ряд проблем с необходимостью обеспечения пожарной безопасности людей и объектов культурно-зрелищного комплекса.

С применением в строительстве новых технологий и строительных материалов пришедших на смену дереву создается ложное впечатление защиты. Новые строительные материалы при горении выделяют еще больше тепла гораздо больше ядовитых продуктов сгорания. Особую повышенную опасность представляют пожары в зданиях с массовым пребыванием людей, характерной чертой этих зданий является наличие залов с большим количеством людей, пожары в которых нередко сопровождаются человеческими жертвами [1, 2].

Культурно-зрелищные учреждения таят в себе множество пожарных опасностей, начиная от наличия на сцене легковоспламеняющихся материалов: декораций, бутафорий, которые чаще всего выполняются из тканей и дерева, окрашенных масляными красками, и других горючих материалов, наличием сложного электротехнического оборудования, заканчивая использованием в представлениях открытого огня (факелы, свечи). Человеческий фактор так же создает дополнительные опасности - это курение в здании, заваленные проходы и число зрителей, превышающее официальную (расчетную) вместимость зрительного зала, недостаточный размер и количество выходов, отсутствие знаний по пожарно - техническому минимуму.

Вся актуальность проблемы повышения уровня обеспечения пожарной безопасности людей в культурно-зрелищных зданиях видна из вышеизложенного. Вместе с развитием научно-технического прогресса и культурного уровня жизни, развиваются и новые инновационные способы борьбы с пожарами и их последствиями. Между тем необходимость обеспечения безопасности людей, находящихся на объекте, где возможно возникновение пожара, не отпадает.

Любое здание возводится для создания объема пространства с безопасными и удобными условиями жизни и деятельности людей, защищенными от неблагоприятных воздействий окружающей среды и природных или техногенных чрезвычайных ситуаций.

Системы передачи извещений о пожаре должны автоматически передавать сигнал «Пожар» от систем пожарной сигнализации объектов защиты непосредственно на центры ЕДДС и подразделения ФПС МЧС России, а также в последние годы инженерами интенсивно разрабатываются новые технологии пожаротушения с использованием тонкораспыленной воды (ТРВ) [3].

В системах ТРВ основная ставка делается на то, что помимо эффекта охлаждения начинает активно работать механизм исключения еще одного фактора из «треугольника огня». В результате интенсивного парообразования происходит вытеснение кислорода из области горения. При испарении 1 литра воды образуется 1.675 м<sup>3</sup> пара. Теоретически, для того чтобы вытеснить весь кислород и потушить объятую огнем комнату средних габаритов, достаточно одного ведра воды.

Для того, чтобы парообразование проходило более интенсивно, необходимо, чтобы как можно большая поверхность воды подвергалась

нагреву. Для этого требуется разбить воду на капли более маленького диаметра. В результате общая площадь поверхности воды увеличится.

Тонкораспыленная вода обеспечивает:

- локализацию и тушение пожара при пониженных расходах воды, в 5...20 раз меньших, чем для обычных спринклерных систем;
- высокую проникающую способность;
- эффект частичного дымоосаждения.

Данные решения предлагаются к использованию при проведении гидравлических расчетов для обоснования технических решений систем внутреннего пожаротушения тонкораспыленной водой и повышения эффективности систем противопожарной защиты на основе систем беспроводного мониторинга культурно-зрелищных учреждений.

### Литература

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности" / <http://www.consultant.ru>.

2. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123 - "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" / <http://www.consultant.ru>.

3. Поручение Президента РФ от 13 ноября 2009 г. № ПР-3021. «О необходимости вывода сигнала о срабатывании автоматической пожарной сигнализации на пульт государственной противопожарной службы «01» с объектов с массовым пребыванием людей». / <http://www.consultant.ru>.

4. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования». / <http://www.consultant.ru>.

УДК 502.315

*zchs\_nst@mail.ru*

*С. Т. Нұрғалиева, М. К. Батырқұлов*

*Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*

### **ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ БЕРУДІҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ**

Қазіргі уақытта кез келген елдің өзінің прогрессивті дамуы мен халықтың әл-ауқатын арттыруда экономикалық өсу, әлеуметтік қорғау және экологиялық қауіпсіздік сияқты негізгі үш қағидатты ұстануы өте маңызды. Бұл тұрғыда біздің елімізде тәуелсіздіктің алғашқы жылдарынан бастап қол жеткізген жетістіктері тек қазақстандықтар ғана емес, әлемнің дамыған елдері мен халықаралық ұйымдар мойындаған күшті, көреген саясат жүзеге асырылуда.

Үшінші мыңжылдықтан басты екі маңызды үрдісті сипаттауға болады. Біріншіден, адам климаттың өзгеруі, озон қабатының бұзылуы, ауыз суының

ластануы, ормандар мен топырақтың тозуы, биоәртүрліліктің қысқаруы, қалдықтардың зарарсыздануы сияқты жаһандық экологиялық проблемаларға тап болды. Екіншіден, әлем осындай жылдам қарқынмен өзгереді, бұл кешегі кейбір өлшемдер бүгінгі жағдайға мүлдем сәйкес келмейді. Уақыт өте келе экологиялық проблемалар кеңеюде. Өткен ғасырдың соңында қабылданған дүниежүзілік табиғат Хартиясында БҰҰ табиғат пен адамның қарым-қатынасы туралы негізгі ережелерді анықтады. Онда адам табиғаттың бір бөлігі болып табылатыны, бұл өмір энергия мен азық-түлік көзі болып табылатын табиғи жүйелердің үздіксіз қызметімен байланысты, адам өзінің әрекеттерімен табиғатты өзгерте алады, оның ресурстарын аяқтай алады, сондықтан ол табиғатта тепе-теңдік пен сапаны сақтау, табиғи ресурстарды сақтау қажеттілігін толық түсінуі тиіс [1]. Экологиялық сана мен экологиялық мәдениетті қалыптастыру мен дамыту бүгінгі таңда біздің дәуіріміздің өзіндік талабы болып табылады. Экологиялық сана мен экологиялық мәдениеттің негізгі міндеті – біздің халқымыздың экологиялық мәдениетін арттыру арқылы құқықтық азаматтық қоғам қағидаттары негізінде тиімді табиғатты пайдалануға қол жеткізу, табиғатты қорғау саласындағы мемлекеттік бақылаумен бірге жұртшылықтың экологиялық бақылауын күшейту, халықтың экологиялық санасы мен мәдениетінде табиғатқа жан-жақты қамқорлық жасау, қоршаған ортаны қорғаудың, табиғатты қорғау іс-шараларының болашақ ұрпақты тіршілік үшін қажетті жағдайлармен қамтамасыз ету ісінде маңыздылығын көрсету.

Кейбір экологтар барлық экологиялық проблемалар мен қоршаған ортаны ластаудан қорғау мәселелері, сондай-ақ олармен байланысты азаматтардың денсаулығын қорғау мәселелері тек мемлекеттік бюджетке жүктелмейді деп санайды. Ластайтындар келтірілген шығынды төлеу керек. Алайда, егер басқа жағынан ойласақ, тікелей қала аумағында салынған зауыттар мен басқа да кәсіпорындар өндіріс қалдықтарымен, түтінмен пайдаланылған сумен және т.б. ластануды болдырмайтындай етіп жабдықталған [2]. Сондықтан қоршаған ортаның ластануын болдырмау мақсатында ғалым-технологтарды, машина жасаушыларды, станок жасаушыларды және басқаларды жаңа жоғары технологиялық, экологичлық жабдықтарды, ауа тазартқыштарды, қалдықтарды өңдеу тәсілдерін т.б. әзірлеуге тарту керек.

Қазіргі уақытта Қазақстанда «дені сау орта – адам денсаулығы», «таза табиғат – дені сау болашақ үшін», «экологиялық сана мен экологиялық мәдениетті қалыптастыру», «таза су – болашақтың кепілі» ұранымен түрлі іс-шаралар өткізілуде.

Экологиялық сана деп Қоршаған орта туралы түсінік және оған деген көзқарас түсініледі. Экологиялық сана қоршаған орта мен адамға бағытталған, биосфера мен табиғаттың өзара ықпалының негізгі заңдалықтарын көрсетеді. Экологиялық сананың маңызды сипаттамасы табиғат объектісін субъективті қабылдау болып табылады. Адам өмірінің әрбір сәті, әрбір тыныс табиғатпен және оның элементтерімен тікелей байланысты – жер, су, топырақ және ауамен. Егер біз табиғаттың біздің рухани және әлеуметтік өмірімізбен үйлесімін

түсінбесек, біз оған зиян келтіре аламыз [3]. Бұл зиян бізге бумеранг болып оралып, біздің денсаулығымыз бен өмір салтымызға теріс әсер етуі мүмкін.

Әбу Әли ибн Сина (Авиценна) ұлы ойшылдардың бірі, егер шаң мен лас жауын-шашын болмаса, онда адам мың жыл өмір сүре алатының айтып өткен. Осыдан адамның, оның өмірінің табиғатпен және оның құбылыстарымен өзара байланысын білуге ұмтылу ежелгі уақытта тіреледі. Уақыт өте келе адамның қоршаған табиғи ортаға әсері артады. XX ғасырдың ортасынан бастап жаһандық ауқымдағы экологиялық проблемалар көзге түседі. Адамзат қоршаған ортаға деген көзқарасты түбегейлі өзгертуге және экологиялық мәселелерді шешуге ұмтылады.

Біздің елімізде осы салада үлкен қадамдар жасалады. 1997 жылдың 15 шілдесінде "Қоршаған ортаны қорғау туралы" Қазақстан Республикасы Заңы қабылданды. Бұл заңда халықтың, әсіресе, өскелең жас ұрпақтың табиғатқа деген ақылға қонымды көзқарасын қалыптастыру, табиғи ресурстарға ұқыпты қарауды тәрбиелеу, экологиялық сана мен экологиялық мәдениетті арттыру мақсатында барлық білім беру мекемелерінде экология курсы оқыту енгізілді.

Табиғат адамдардың материалдық, рухани және басқа да қажеттіліктерін қанағаттандыратын, оны сақтаудың негізгі көзі болып табылатыны белгілі. Оны ақылға қонымды және ұқыпты пайдалану – біздің адамдық және конституциялық борышымыз.

Қазақстанның 2019 жылы экологиялық қозғалысы экологиялық заңнаманы жетілдіру, қоршаған ортаны және халықтың денсаулығын қорғау жөніндегі мемлекеттік бағдарламалар мен шешімдерді орындау, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану, экологиялық білім беру мен тәрбиелеу жүйесін жетілдіру, халықты, табиғатты қорғау жөніндегі жұмысқа одан әрі тарту жөніндегі үлкен жұмыс жүргізіледі. Елімізде 400-ге жуық үкіметтік емес экологиялық ұйым бар. Экологиялық қозғалыс Біріккен Ұлттар Ұйымының Даму бағдарламасы (БҰҰДБ), Еуропадағы қауіпсіздік және ынтымақтастық жөніндегі ұйым (ЕКЫҰ) сияқты шетелдік және халықаралық ұйымдармен әртүрлі халықаралық конференциялар мен форумдар, экологиялық акциялар өткізу, қоғамдық экологиялық бақылауды жүзеге асыру, су ресурстарын ұтымды және тиімді пайдалану, халықтың қоршаған ортаны қорғау туралы хабардарлығын арттыру мәселесі бойынша берік байланыстар орнатты [4]. Қазақстанның экологиялық қозғалысының негізгі міндеттері қоршаған ортаны қорғауға байланысты мәселелерді шешу кезінде халықтың азаматтық белсенділігін арттыру, халықтың экологиялық мәдениетін арттыру, экологиялық білім беру мен тәрбиелеу жүйесін дамыту; қоршаған ортаны қорғау саласындағы халықаралық ынтымақтастықты дамыту болып табылады. Сондықтан, Қазақстанның экологиялық қозғалысының басты ұраны «дені сау орта – дені сау адам» ұраны болып табылады. Экологиялық сана туралы айтатын болсақ, біз қоршаған орта туралы түсінігімізді және аған адамның көзқарасын түсінеміз. Экологиялық сана қоршаған ортаға және адамға бағытталған және биосфера мен жансыз табиғаттың өзара ықпаланың негізгі заңдалақтарын көрсетеді. Экологиялық сананың маңызды сипаттамасы табиғат

объектісін субъективті қабылдау болап табылады. Ол көп қырлы және күрделі қалыптасу процесі [5].

Экологиялық мәдениет – бұл табиғаттың даму заңдылықтарын және оның сақталуын терең түсіне отырып, оған зиян келтірмей, табиғатты сақтау. Экологиялық мәдениетті халыққа, әсіресе жастар мен өскелең ұрпаққа сіңіру қажет. Сондықтан экологиялық білімді терең игеру мәселесін де шешу қажет. Білім алушы жастардың өз міндеттері мен мақсаттарын, табиғатты қорғауға деген жауапкершілігін сезіну үшін, жастар мен халықтың қоршаған ортаға саналы көзқарасын қалыптастыру, оған да экологиялық адамгершілік, экологиялық мәдениетті тәрбиелеу қажет. Экологиялық мәдениет отбасылық тәрбиеден басталады. Отбасылық ортамен адамгершілік тәрбие нәтижесінде балаларда табиғатқа ұқыпты қарау, табиғатқа деген махаббат және оны қорғауға ұмтылу пайда болады, экологиялық дүниетаным қалыптасады. Қазақ халқының дәстүрлерінде тірі және жансыз табиғатқа деген ілтипат орныққан, бұл оның сал-дәстүрлерінде, аңыздарында және әртүрлі мерекелерде көрініс тапқан. Жер, ауа, су, от ежелден қасиетті болып саналды, мыңжылдықтар бойы біздің ата-бабаларымыз суармалы егіншілік негізінде ауыл шаруашылығын жүргізді, бұл халықты табиғи ресурстарды, әсіресе суды қорғауға үйретті.

Экологиялық мәдениет қоғам өмірінде атқаратын рөлімен байланысты болғандықтан, құқықтық мәдениет және құқықтық сана, экологиялық тәрбиенің құқықтық негізі азаматтардың конституциялық міндеттерінде өз көрінісін тапты. Нормативтік құжаттар табиғат дараларына ақылды көзқарасты қадағалайды және оларды үнемді пайдалануын бақылайды.

Осылайша, қазіргі уақытта жалпы азаматтық, өңірлік және жергілікті экологиялық проблемаларды шешу, экологияны жақсарту, экологиялық дағдарысты болдырмау – біздің қолымызда. Ол үшін экологиялық мәдениет пен экологиялық сананы нығайту қажет. Яғни, экологиялық проблемаларды шешу халықтың экологиялық мәдениетіне де байланысты.

Экологиялық проблемалардың шекаралары жоқ, олар жаһандық сипатқа ие. Оларды шешу үшін бір немесе бірнеше елдің күш-жігері жетіспейді. Табиғат та, оның проблемалары да әкімшілік шекараларды мойындамайды. Яғни, экологиялық дағдарысты тек бір елдің күш-жігерімен шешуге болмайды, оны бүкіл әлеммен шешу керек. Соңғы жылдары БҰҰ мен оның ұйымдары конференциялар өткізіп, декларация қабылдады, боиәртүрлілікті қысқартуды, шөлейттенуді жою, таза және тұщы суды сақтау, ормандарды кесуді тоқтату, табиғи объектілерді ластанудан қорғау бойынша және т.б. акциялар өткізді. Енді адамның табиғи процестерге араласуы ғылым мен техникалық прогресс арқылы қалпына келтіру қиын қоршаған ортаға әкелуі мүмкін құпия емес. Сондықтан, адам табиғи ресурстарды ұқыпты пайдалануға, экожүйелердің барлық түрлерін сақтауға мүмкіндік беретін білімді меңгеруі тиіс. Бұл білімді меңгеру, оларды күнделікті өмірде практикада қолдану, қоршаған ортаның тазалығы мен сақталуына өз жауапкершілігін сезіну экологиялық мәдениеттің іргетасын құрайды. Экологиялық мәдениет қалыптасқан қоғамда әрбір адам табиғатқа саналы, ұқыпты және жауапкершілікпен қарайды.

Осылайша, экологиялық білім беру мен тәрбиелеуді дамыту, қоғамды экологиялық проблемаларды шешуге тарту қазіргі заманның маңызды міндеті болып табылады.

#### Әдебиет

1. Гирусов Э. В. Основы социальной экологии: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1998. – 312с.
2. Исаева Л. К. Основы экологической безопасности при техногенных катастрофах.– М.: АГПС МЧС России, 2003. - 10 с.
3. Рыбаков М.В., Концептуальные подходы к экологическому образованию // Социально-гуманитарные знания.-2003. – 2с.
4. Кочергин А. Н. Экологическое знание и сознание: особенности формирования. - Новосибирск: Наука, 1987.-218 с.
5. Лосев А. В., Провадкин Г. Г. Социальная экология. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1998. - 312 с.

УДК 614.844.5:66.069.855

*С. И. Осипенко*

*А. В. Кокшаров, кандидат химических наук*

*Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург*

### **ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ НА ТЕРМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ПЕНЫ**

Концентрация одного и того же пенообразователя в рабочем растворе для получения пены может отличаться в зависимости от вида пеногенерирующего оборудования. В сетчатых пеногенераторах (ГПС-600, «Пурга») используют растворы с концентрацией 6%, а в стволах, работающих на принципе эжекции воздуха (СВП, ОРТ), растворы того же пенообразователя применяются уже с концентрацией 4%. Это обусловлено способностью вспенивания в высокодинамичном режиме работы пеногенерирующих устройств. Сетчатые пеногенераторы характеризуются большей производительностью по объёму пены, следовательно, скорость производства пенных пленок, из которых собственно и формируются пузырьки пены, будет очень высокой. Снижение концентрации пенообразователя не позволяет быстро сформировать адсорбционный слой из молекул ПАВ на пенной плёнке, в результате этого образуются области, обеднённые молекулами ПАВ, что приводит к появлению разрывов пленки и разрушению пены. Авторами [1-3] показано, что вследствие этого явления из растворов с низкой концентрацией ПАВ удаётся получить пену только при снижении скорости движения газо-жидкостного потока. Напротив, увеличение концентрации пенообразователя позволяет повысить

критическую скорость образования пены, коэффициент использования воздуха и кратность пены [4].

С другой стороны, при механическом смешении воздуха и раствора пенообразователя можно получать пены низкой кратности при низких концентрациях пенообразователя. За счёт такого принципа смешения можно значительно снизить расход пенообразователя и повысить экономичность пожаротушения [5].

В условиях пожара пена подвергается мощному тепловому воздействию от факела пламени горючей жидкости и раскаленных стенок резервуара, что приводит к её разрушению и снижению интенсивности накопления на горючих веществах. Поэтому целью данной работы явилось исследовать влияние концентрации пенообразователя на термическую устойчивость пены.

Исследования термической устойчивости пены проводили с использованием синтетических (ПО-6ЦСТ, ПО-6РЗ, ПО-6ТС-М), так и пленкообразующих (фторсинтетических: Меркуловский, Нижегородский АFFF, ПО-63АФ и Мультипена) пенообразователей, на установке, описанной ранее в [6, 7]. Использовалась пена кратностью 20, полученная из растворов с концентрацией пенообразователя 6%. Термическую устойчивость пены оценивали по времени полного разрушения объёма пены.

В результате испытаний, сведенных в таблицу было установлено, что термическая устойчивость фторсинтетических плёнкообразующих пенообразователей почти в два раза превосходит синтетические.

Таблица – Время полного разрушения пены, с

Синтетический пенообразователь		Плёнкообразующий фторсинтетический пенообразователь	
ПО-6ТС-М	63	ПО-63АФ	108
ПО-6ЦСТ	66	Мультипена	111
ПО-6РЗ	85	Меркуловский	113
		Нижегородский АFFF	130

Предположительно это связано с тем, что перфторированные поверхностно-активные вещества с повышением температуры не так быстро теряют свои адсорбционные свойства, как синтетические [8, 9].

Таким образом, высокая огнетушащая эффективность пены, полученной из фторсинтетических пенообразователей, [10] связана не только со способностью образовывать водяную плёнку на поверхности горючего вещества, обеспечивая наилучшую растекаемость, но и дольше сохранять объём в условиях пожара, обеспечивая изолирующее действие [11].

Чтобы оценить влияние содержания пенообразователя на скорость разрушения пены, были проведены эксперименты в аналогичных описанным выше условиях, в которых определяли время полного разрушения пены. Кратность пены в испытаниях также составляла 20.

В результате испытаний установили, что характер зависимости термической устойчивости пены, полученной из синтетических и

фторсинтетических пенообразователей, от концентрации пенообразователя, отличается друг от друга (рис. 1). С повышением концентрации фторированных ПАВ устойчивость пены стремительно возрастает в диапазоне концентраций от 3 до 6%, а после наблюдается лишь незначительное её увеличение. При концентрации пенообразователя менее 2% пену кратностью 20 получить не удалось, поскольку после механического взбивания она быстро разрушалась.

С понижением концентрации синтетических пенообразователей устойчивость пены к температурному воздействию увеличивается, и максимальная термическая устойчивость пены наблюдается на пределе пенообразующей способности. Наибольшая термическая устойчивость пены для ПО-6ЦСТ наблюдается при 3%, для ПО-6ТС-М – при 1%, что значительно ниже концентрации рабочих растворов.

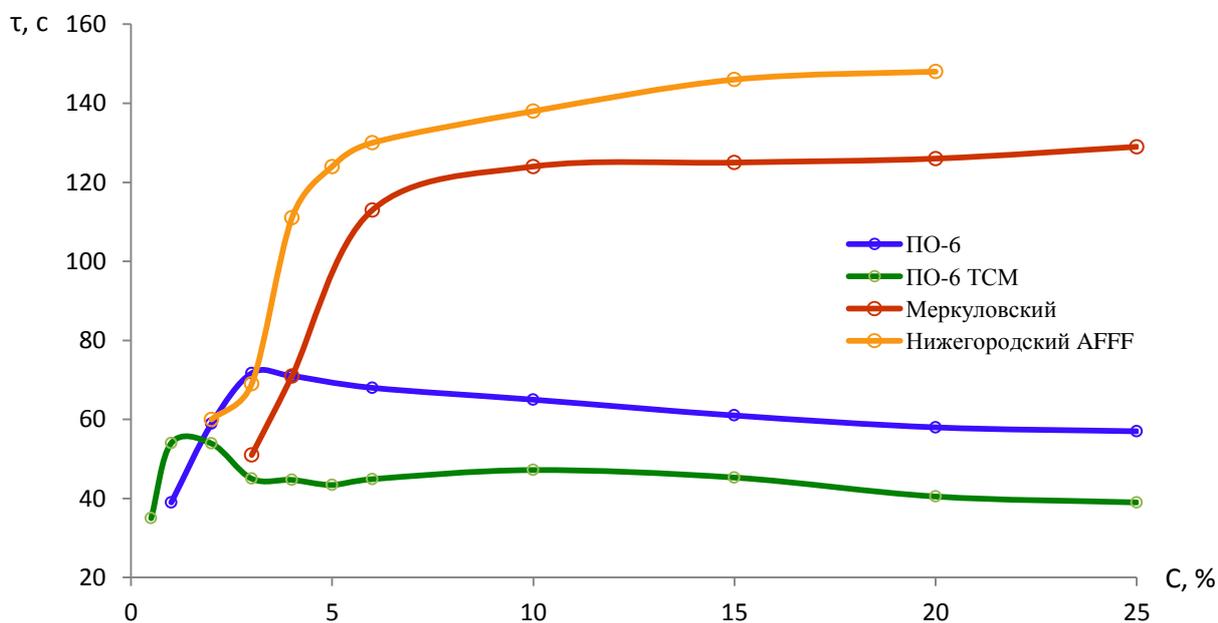


Рисунок 1 – Зависимость времени разрушения пены ( $\tau$ ) от концентрации пенообразователя (С)

Следующим этапом явилось изучение зависимости концентрации, при которой наблюдается максимальная термическая устойчивость пены, от её кратности.

По результатам проведенных испытаний было установлено, что на характер выявленной зависимости (рис. 1) у фторсинтетических пенообразователей кратность пены не оказывает никакого влияния (рис. 2).

Близкие результаты у пены кратностью 10 и 20 можно объяснить влиянием синерезиса, который приводит к обеднению жидкости в пене, в результате термическому воздействию подвергается пена с большей кратностью, чем была получена изначально (рис. 2).

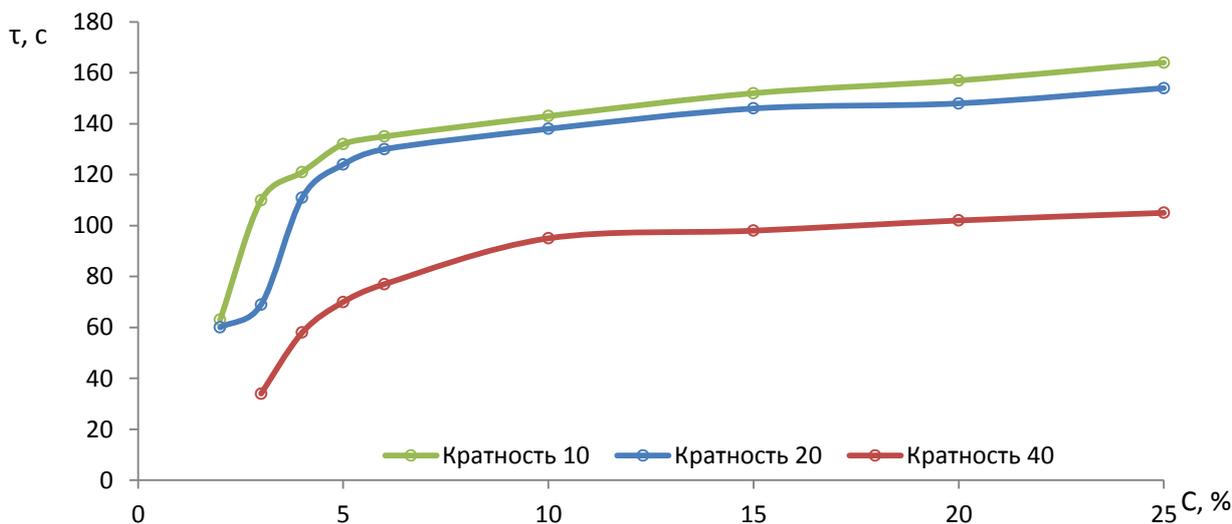


Рисунок 2 – Зависимость времени разрушения пены ( $\tau$ ) от концентрации пенообразователя ( $C$ ) для пены различной кратности, полученной из фторсинтетического пенообразователя «Нижегородский АFFF»

У синтетического пенообразователя предельная концентрация, при которой наблюдается наибольшая термическая устойчивость, незначительно смещается в область более высоких значений при снижении начальной кратности пены (рис. 3). Кратность пены не влияет на характер зависимости времени разрушения пены от концентрации пенообразователя.

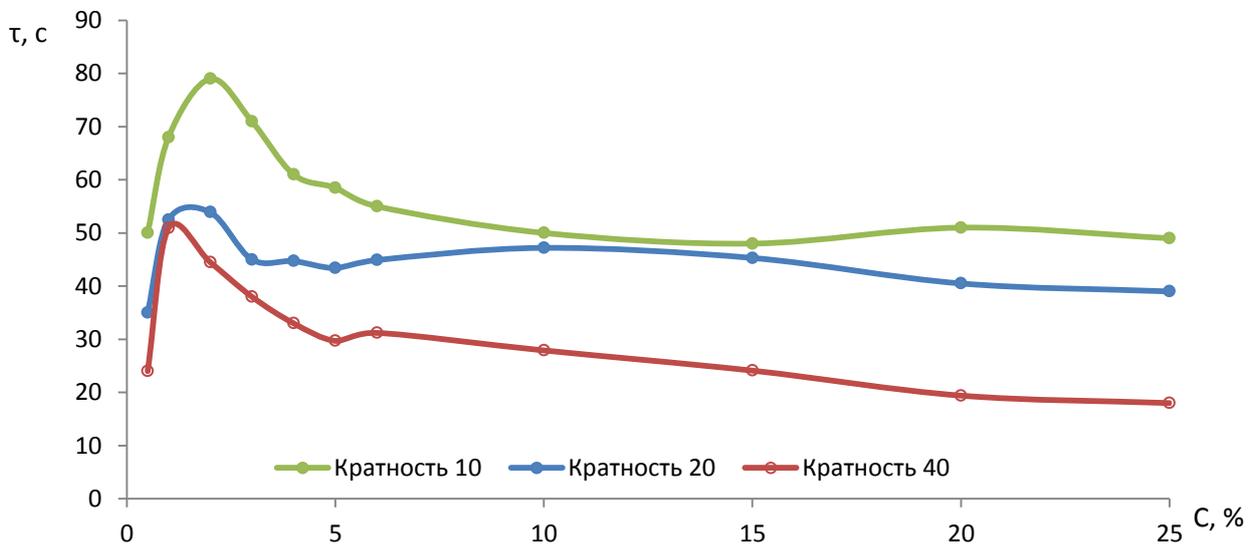


Рисунок 3 – Зависимость времени разрушения пены ( $\tau$ ) от концентрации пенообразователя ( $C$ ) для пены различной кратности, полученной из синтетического пенообразователя ПО-6ТС-М

Таким образом, исследования показали, что для синтетических пенообразователей наибольшая термическая устойчивость наблюдается при концентрациях, близких к пределу пенообразующей способности, что

значительно ниже рабочих концентраций, используемых на практике. Поэтому необходимо искать пути получения и применения для тушения пожаров пены с минимальным количеством синтетического пенообразователя.

Напротив, при использовании фторсинтетических пенообразователей снижение их концентрации приводит к снижению огнетушащей способности пены в результате уменьшения её термической устойчивости.

## Литература

1 Кокшаров А.В., Осипенко С. И. Определение критических параметров образования пены на сетках пеногенератора средней кратности // Техносферная безопасность. – 2017. - № 1 (14). - С. 35-38.

2. Пашковский П.С. Конструкционные особенности эфекционных пеногенераторов // Научный вестник НИИГД «Респиратор» - 2016. - № 2 (53). - С. 15-24.

3. Пашковский П.С. Эндогенные пожары в угольных шахтах. – Донецк: Ноулидж, 2013. – 792 с.

4. Воевода С. С., Макаров С.А., Китик С.С., Матвеев Д.В., Шароварников А.Ф. Влияние концентрации поверхностно-активных веществ на свойства пенообразователей // Пожаровзрывобезопасность. – 2004. – Т. 13. – №. 2.

5. Камлюк А.Н., Грачулин А.В. Особенности применения пеногенерирующих систем со сжатым воздухом для тушения пожаров // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. –Т. 2. – № 2. - С. 168-175.

6. Кокшаров А.В., Марков В.Ф. Бучельников Д.Ю., Терентьев В.В. Стабилизация пены низкой кратности натриевой солью карбоксиметилцеллюлозы // Пожаровзрывобезопасность. - 2014. - Т. 23. №10. - С. 79-83.

7. Кокшаров А. В., Филиппов А. В. Способ получения пены в первичных средствах пожаротушения// Техносферная безопасность. – 2013. – №1. – С. 26-29. (<http://uigps.ru/content/nauchnyy-zhurnal>).

8. Воевода С. С., Макаров С. А., Шароварников А. Ф. Влияние температуры на поверхностное натяжение водных растворов синтетических пленкообразующих пенообразователей для тушения пожаров //Пожаровзрывобезопасность. – 2005. – Т. 14. – №. 2. – С. 80-82.

9. Каттге А., Дегаев Е. Н. Влияние высоты подачи пены на оптимальную интенсивность подачи и минимальный удельный расход раствора пенообразователя // Пожаровзрывобезопасность. - 2016. - Т. 25, № 1. - С. 68-72. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.01.68-72.

10. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров: Рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2007. – 59 с.

11. Корольченко Д. А., Шароварников А. Ф. Основные параметры процесса тушения пламени нефтепродуктов пеной низкой кратности //Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – Т. 23. – №. 7.

*В.-П.О. Пархоменко, кандидат технических наук  
Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности,  
Украина*

## **ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА**

Учитывая современные мировые тенденции, все большее значение приобретают композиционные цементы, является альтернативой традиционного портландцемента. Согласно требованиям стандарта они должны содержать не менее двух видов минеральной добавки различной природы активности.

Известно, что при схватывании портландцемента и его разновидностей образуются водосодержащие кристаллогидраты, которые под действием высоких температур пожара разлагаются с разрушением кристаллохимической структуры, сопровождается потерей прочностных характеристик, и как результат, разрушением бетонной конструкции.

Деструкцию цементного камня на основе цеолитсодержащего композиционного цемента изучали с помощью метода комплексного термического анализа (рис. 1). На кривых ДТА обнаружены три эндоефекты при 130 °С, 510 °С и 780 °С. Первый эндоефект возникает вследствие выделения около 11 мас.% воды из гидросиликатов, а второй принадлежит гидроксиду кальция. При этом масса выделенной воды составляет около 3 мас.%. Распад гидроксида кальция, который играет значительную роль в формировании структуры цементного камня может приводить к существенному снижению прочностных показателей бетона при нагревании выше 500 °С. Эндоефекты при температуре нагрева 780 °С относятся к разрушению кальция гидрокарбоната. Общая потеря массы образца составляет 19,2 мас.%.

Необходимо отметить, что при нагревании выше 780 °С на кривой ДТА наблюдается плавный спад, который характеризует медленное образование стекловидного расплава из доменного гранулированного шлака. Наличия такого расплава заполняет образованные в процессе дегидратации клинкерных составляющих цемента поры и тем самым армирующий бетон, повышая прочностные показатели.

Наличие в композиционном цементе доменного гранулированного шлака и цеолита может существенно изменять структуру бетона в процессе нагревания, что является важным фактором влияния на его прочностные показатели [2, 3].

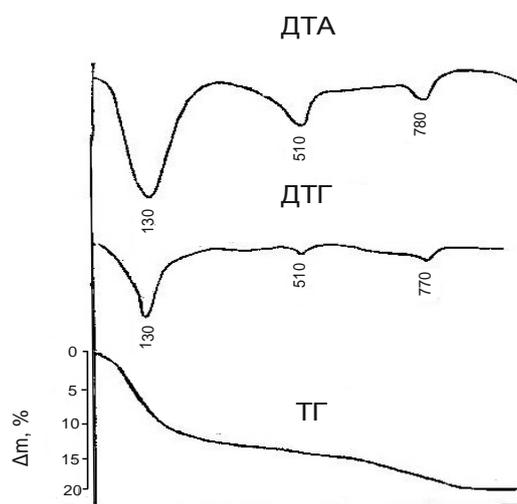


Рисунок 1– Дериватограмма композиционного цемента на основе цеолита

Исследовано влияние цеолитсодержащего композиционного цемента на механические показатели бетона при нагревании до 500 °С, 800 °С и 1000 °С.

После затвердевания в течение 28 суток прочность бетона на сжатие составляла 32,1 МПа, что соответствует его марке М30. Нагрев бетона до 500°С приводит к снижению прочности на сжатие бетона на основе портландцемента и композиционного цемента соответственно до 19,1 МПа и 21,7 МПа, что соответствует коэффициенту снижения прочности 0,63 и 0,68. Повышение температуры нагрева бетона от 500 до 800°С приводит к интенсивному падению прочности на сжатие до 7 МПа вследствие интенсивности деструкции гидроксида кальция и гидрокарбоната кальция.

Таблица 1 –Влияние температуры нагрева и вида вяжущего на снижение прочности бетона

Вид вяжущего	Температура нагрева, °С			
	20	500	800	1000
Коэффициент снижения прочности бетона				
Портландцемент ПЦІ-500	1,00	0,63	0,22	0,17
Композиционный цемент КЦV/A	1,00	0,68	0,37	0,28

Для бетона на основе цеолитсодержащего композиционного цемента прочность на сжатие составила 11,8 МПа, а коэффициент снижения прочности составляет 0,37, что на 0,15 выше по сравнению с обычным бетоном. Нагрев бетона до 1000°С приводит к интенсивному падению прочности обоих исследуемых образцов вследствие деструкции цементных составляющих. Необходимо отметить, что коэффициент снижения прочности бетона на основе композиционного цемента на 64% меньше по сравнению с бетоном на портландцементе, очевидно объясняется армирующим влиянием стекловидного расплава.

Методами физико-химического анализа установлено, что на процесс деструкции цементного камня бетона на основе композиционного вяжущего влияет его фазовый состав и структура, которая образовалась в процессе твердения. Экспериментально доказано, что при нагревании бетона до 500°C за счет интенсивной деструкции гидроксида кальция происходит снижения прочности бетона в пределах 32-37 %. Нагрев до 800 °С ведет к дальнейшему снижению прочности бетона на обычном портландцементе на 78%, а на композиционном только на 63%, что объясняется флюсующим действием доменного гранулированного шлака. При нагревании до 1000 о бетоны на обоих вяжущих обладают достаточно низкой прочностью на сжатие, что подтверждает необходимость их огнезащиты.

### Литература

1. Пархоменко В.-П.О. Характер зміни міцнісних показників бетону на основі композиційного цементу в умовах нагрівання / М.М. Гивлюд, В.-П.О. Пархоменко, Р.В. Пархоменко, М.В. Котів // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». -2016. - № 28. – С. 24-28.
2. Иванов А. С. Стеновые керамические материалы с использованием металлургического шлака / А. С. Иванов, Е. И. Евтушенко // Строительные материалы. – 2009. - № 7.- С. 64-65.
3. LocherFriedrichW. Chemicementu. – Principlesofproductionanduse. VerlagBautTechnikGmbh. 2006. – 536s.

УДК 614.841.343:539.097

*И. А. Пустовалов, адъюнкт  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

## **СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АТМОСФЕРОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ СИСТЕМ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА НЕФТИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АГРЕССИВНЫХ СРЕД**

Развитие нефтегазовой отрасли приводит к увеличению нагрузки на объекты транспорта, в том числе морского. Повышается степень загруженности морских нефтеналивных терминалов, количество перекачиваемых нефтепроводами тонн углеводородов в единицу времени. Старение основных производственных фондов – одна из причин высокого уровня аварийности топливо энергетического комплекса [1]. Воздействие агрессивной среды приводит к сокращению срока эксплуатации нефтепроводов, снижению огнезащитной эффективности средств огнезащиты. Это заставляет уделять особое внимание пожарной

безопасности систем трубопроводного транспорта нефти. Использование пассивных способов защиты повышает предел огнестойкости стальных конструкций.

Конструктивные элементы трубопроводного транспорта нефти, в том числе морских подводных трубопроводов подвержены постоянным воздействиям агрессивных сред. Это влечет за собой огромные экономические потери, связанные со снижением надежности конструкций, увеличением расходов на ремонт, и простоев в результате аварий. Факторы, влияющие на срок службы конструктивных элементов трубопроводного транспорта нефти следующие: перепады температур морской воды, концентрация кислорода в морской среде, загрязнение водоемов хлоридо- и сульфатсодержащими веществами, засоленность водной среды, воздействие химического сырья и др.[2, 3].

Выделяют следующие особенности воздействия агрессивной среды на стальные элементы объектов трубопроводного транспорта нефти:

- в начале своей службы, стальные конструкции подвергаются непрерывной равномерной коррозии;

- с течением времени увеличивается плотность коррозионных окислов, что ведет к потере толщины (loss of thickness) металла, а также проявляются местные виды коррозии (точечная, щелевая коррозия);

- в течение долгого времени, локализация коррозии становится все более очевидной и динамичной. Локальные повреждения объединяются в более крупные дефекты, или преобразуются в отверстие [4].

При прокладке нефтепроводов по морскому дну, на скорость протекания реакций также зависит воздействие донных отложений (sea-bed sediment – SBS). «SBS» - это особая почва под пластами морской водой, характер коррозионного воздействия которой определяется двумя факторами: электрохимическим и бактериальным (MICfactors). Воздействие на элементы конструкций сульфатредуцирующих бактерий, частиц песка и ила при высокой температуре увеличивает скорость коррозии в несколько раз [5].

Защита от коррозии поверхностей строительных конструкций должна осуществляться с учетом требований по пределу огнестойкости и пожарной опасности. Совместное применение антикоррозионных и огнезащитных составов должно осуществляться с учетом их совместимости и адгезии. Напыляемые огнезащитные составы и тонкослойные огнезащитные покрытия должны предусматриваться стойкими к условиям агрессивной среды или быть защищены специальными покрытиями [6]. Целесообразно повысить антикоррозионную стойкость вспучивающихся огнезащитных покрытий для сохранения их свойств.

В зависимости от применяемого связующего различают: водно-дисперсные, алкидные и эпоксидные и другие огнезащитные покрытия [7]. Их сравнительные характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительные характеристики огнезащитных составов

Название	Тип связующего	Предел огнестойкости (max), мин./ толщина покр.мм	Показатели адгезии, балл.	Условия эксплуатации / T °С
ТЕРМОБАРЬЕР (ТУ 2313-001-30642285-2011)	алкидная	R120 / 2,45	1	Закрытые помещения / от -45 до +45 °С
ТЕРМОБАРЬЕР 2 (ТУ 20.30.22-007-30642285-2017)	эпоксидная	R120 / 3,8	1	В открытой промышленной атмосфере/ от -60 до +60 °С
ОЗК -01 (ТУ 2316-002-54737814-2003)	водно-дисперсная	R90 / 1,78	1	Закрытые помещения / от +5 до +50 °С

Области применения огнезащитных покрытий: строительные конструкции зданий и сооружений энергетических предприятий, морских портов и перегрузочных комплексов, нефтеперерабатывающей отрасли [8, 9].

Огнезащитные покрытия в случае использования в условиях воздействия агрессивных сред, как правило, состоят из трех слоёв: грунтовочный, огнезащитный, финишный (рисунок 1).

Грунтовочный слой определяет адгезионные свойства покрытия, препятствующие образованию новой фазы на границе раздела металл – пленка. Огнезащитный слой увеличивает предел огнестойкости строительной конструкции в условиях пожара при помощи механизмов образования огнезащитных вспучивающихся покрытий. Финишный лакокрасочный слой обеспечивает антикоррозионные свойства и определяет внешний вид покрытия. Покрытие успешно выполняет защитную функцию до тех пор, пока оно сохраняет прочность и целостность системы металл-пленка.

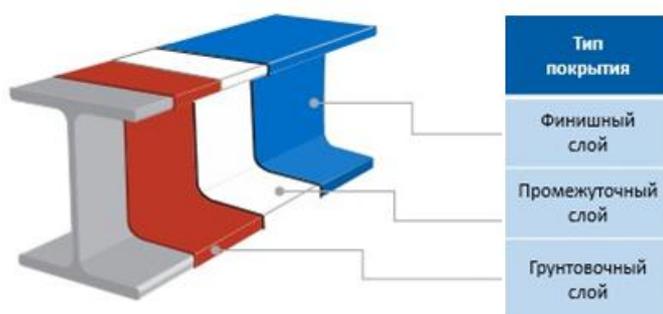


Рисунок 1 - Структура тонкослойного огнезащитного вспучивающегося покрытия, используемого в условиях воздействия агрессивных сред.

Выделяют следующие последствия воздействия агрессивных сред на лакокрасочные полимерные покрытия:

- адсорбция агрессивной среды на поверхности лакокрасочного покрытия;
- диффузия агрессивной среды в объем лакокрасочного покрытия;
- химическое и физическое взаимодействие с компонентами лакокрасочного покрытия;
- диффузия продуктов деструкции связующих и растворимых компонентов к поверхности лакокрасочной пленки;
- десорбция продуктов деструкции связующих и растворимых компонентов с поверхности лакокрасочного покрытия;
- замещение молекул связующего адсорбированных на подложке, молекулами агрессивной среды, разрушение адгезионной связи и отслаивание покрытий.

Способность покрытий противостоять воздействию среды, в которой оно будет использовано, характеризуется термином устойчивость. Показатель устойчивости лакокрасочных покрытий связан с изменением технологических и эксплуатационных характеристик огнезащитного состава, таких, как температура активации, изменение потери массы при потере влаги, устойчивость к эрозии, адгезионная прочность покрытия и другие.

Различают следующие способы повышения устойчивости полимерных огнезащитных покрытий к воздействию агрессивной среды:

- создание высокомолекулярных соединений, цепи которых состоят из атомов алюмогидрида лития и кислорода или азота;
- использовании разветвленных полиэфиров образующих трехмерные полимерные покрытия, обладающие высокой твердостью, повышенной атмосферостойкостью;
- применение алкидных лаков, получаемых на основе алкидных смол (глифталевых и пентафталевых) в составе полимерного покрытия;
- модификация огнезащитных покрытий углеродными наноструктурами (УНС).

В работах показано, что модификация компонентов огнезащитных вспучивающихся композиций углеродными наноструктурами влечет за собой улучшение эксплуатационных характеристик, в частности увеличение адгезионной прочности [10]. Применение углеродных наноструктур в составе вспучивающихся огнезащитных покрытий увеличивает его срок эксплуатации за счет изменения улучшения эксплуатационных характеристик, что делает их перспективными для повышения огнезащитной эффективности.

## Литература

1. Газизова О.В., Галеева А.Р. Экологическая безопасность как приоритет развития нефтегазовой отрасли в условиях необходимости комплексного использования углеводородного сырья// Вестник Казанского технологического университета. - 2013. - Т. 16 № 18. - С. 266 – 269.
2. Вьет Ф. Совершенствование методов и технологий защиты от коррозии оборудования и трубопроводов объектов СП «ВЬЕТСОВПЕТРО» //

«Институт проблем транспорта энергоресурсов» (ГУЛ «ИГТГЭР») Уфа 2012.

3. Бордодымов Д.А., Якименко И.А., Исследование причин разрушения магистрального газопровода // ТюмГНГУ, г. Тюмень. – С. 41.

4. A. T. Bekker, V. S. Lyubimov, R. G. Kovalenko, and A. V. Aleksandrov, Probabilistic modeling of the corrosion of steel structures in marine water-development works // Power Technology and Engineering Vol. 45, No. 3, September, 2011.

5. XIUTONG WANG, JIZHOU DUAN, YAN LI, JIE ZHANG· SHIDE MA, BAORONG H., Corrosion of steel structures in sea-bed sediment / Bull. Mater. Sci., Vol. 28, No. 2, April 2005, pp. 81–85. © Indian Academy of Sciences.

6. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1, 2) пп. 11.1; 11.5; 11.8.

7. Еремина Т. Ю., Гравит М. В., Дмитриева Ю. Н. Особенности и принципы построения рецептур огнезащитных вспучивающихся композиций на основе эпоксидных смол// Пожаровзрывобезопасность. - 2012. - Т. 21. - № 7. С. 52 – 56.

8. СО 34.49.505-2003 . Правила применения огнезащитных покрытий строительных конструкций зданий и сооружений энергетических предприятий.

9. Маркович Р.А. Строительство, эксплуатация ГТС // Двадцатая международная выставка и конференция, Нева, сентябрь 2013. - С. 57-79.

10. Иванов А.В., Боева А.А., Ивахнюк Г.К., Терехин С.Н., Пророк В.Я, Исследование эксплуатационных характеристик наномодифицированных вспучивающихся композиций в условиях углеводородного пожара на объектах транспортировки нефти // Пожаровзрывобезопасность. - 2017. - Т. 26 № 10 - С. 5 – 19.

УДК 614.8+351.86

*М. А. Разводов<sup>1</sup>, Д. Н. Костылев<sup>1</sup>, Д. В. Тоцкий<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

*<sup>2</sup>Донской государственный технический университет*

## **ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Под организационным обеспечением системы мониторинга следует понимать совокупность мероприятий и процедур по формированию структуры конкретной системы и назначению режимов функционирования её компонентов.

Систему повторных наблюдений одного и более элементов окружающей природной среды в пространстве и во времени с определенными целями в

соответствии с заранее подготовленной программой было предложено называть мониторингом. Первые рекомендации по созданию такой темы были разработаны экспертами специальной комиссии Научного комитета по проблемам окружающей среды (СКОПЕ) еще в 1971 г. Упоминания об этой системе присутствуют в рекомендациях Стокгольмской конференции. Были также предложены первые варианты списков приоритетных загрязнителей и их источников [1-4].

Однако в настоящее время акцент в организации мониторинга смещается со сбора данных на возможности использования полученной информации для прогноза развития ситуации в окружающей среде. Иными словами, мониторинг ориентирован на управление. Если же цель наблюдений четко не определена, то собранные данные о состоянии окружающей среды могут оказаться как избыточными, так и недостаточными, а полученная (иногда весьма дорогостоящими и трудоемкими методами) информация не будет востребована. Современные системы мониторинга окружающей среды выстроены именно с учетом перспектив использования информации и обязательной взаимосвязи с системами управления и реагирования.

Многие функции, которые в настоящее время выполняют системы экологического мониторинга различных уровней, уже более полувека реализуются подразделениями Росгидромета. При этом комплексная теория мониторинга окружающей среды, обоснование и определение основных принципов и связанных с ними понятий получили новый импульс именно в во второй половине XX века.

Как правило, формируются три стадии мониторинга:

1. организация мониторинга: правовое и нормативное обеспечение - подготовительная стадия;
2. проведение мониторинга: методическое обеспечение, проведение и получение результатов наблюдений - основная стадия;
3. реализация результатов мониторинга: поддержка принятия стадия управленческих решений по результатам мониторинга – завершающая.

Логическая схема практической реализации мониторинга представлена на рисунке 1.

Типовой моделью геоинформационной системы (ГИС) и мониторинга, признаваемой и в настоящем, считается вариант следующий вариант наблюдение (сбор данных) – измерение (обработка данных) – описание и объяснение (концептуальные и формализованные модели анализа данных) – прогноз – решение (процесс принятия решения), с определением её сущности, излагаемой в [5], а именно: ГИС – информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственных данных.



Рисунок 1 - Структура мониторинга

Схема системы экологического мониторинга (СЭМ) окружающей среды представлена на рисунке 2 - ставшая впоследствии традиционной и характеризующая структуру и основные функции СЭМ, охарактеризована в [3], с формулировкой мониторинга как информационной системы:

- мониторинг включает следующие основные направления деятельности: наблюдение за факторами, воздействующими на окружающую природную среду, и за состоянием среды; оценку фактического состояния природной среды; прогноз состояния окружающей природной среды и оценку этого состояния.

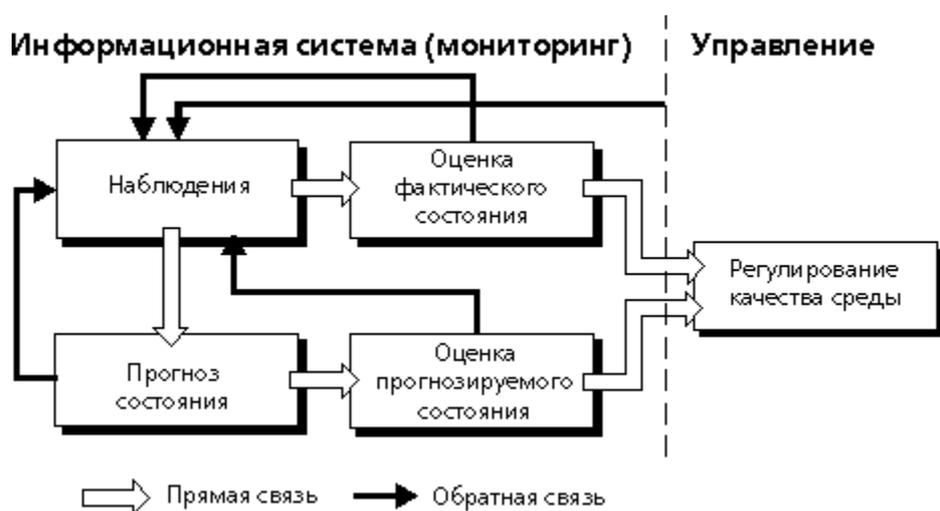


Рисунок 2 - Блок-схема системы мониторинга

Таким образом, мониторинг - это система наблюдений, оценки и прогноза состояния природной среды, не включающая управление качеством окружающей среды [3].

Поскольку в системе контроля состояния природной среды мониторинг загрязнений является основным элементом, именно на нём и остановимся подробнее. Блоки «Наблюдения» и «Прогноз состояния» тесно связаны между собой, поскольку прогнозирование возможно лишь на основе репрезентативной информации о фактическом состоянии окружающей среды (прямая связь).

Построение прогноза, с одной стороны, подразумевает знание закономерностей изменений состояния природной среды, наличие схемы и возможностей численного расчета. С другой стороны, направленность прогноза в значительной степени должна определять структуру и состав наблюдательной сети (обратная связь). Оценка существующего и прогнозируемого состояний компонентов природной среды позволяет уточнить требования к подсистеме наблюдений. Это является научным обоснованием мониторинга (его состава и структуры сети наблюдений).

Наблюдения за состоянием окружающей среды включают наблюдения: за источниками воздействия (в том числе источниками загрязнений), факторами воздействия (загрязнениями, излучениями и т.п.), состоянием элементов биосферы (откликами живых организмов на воздействие), изменением их структурных и функциональных показателей.» Отметим, что для этого необходимо наличие или получение данных о первоначальном, или фоновом, состоянии элементов биосферы. Фоновый мониторинг природных сред является неотъемлемой составной частью общей системы мониторинга. Он позволяет провести сопоставление текущего состояния природно-технических систем и оценить их тенденцию к восстановлению и деградации.

Сегодня мониторинг окружающей среды рассматривается как система с набором разнообразных модулей, обеспечивающих сбор и обработку информации, полученной в выбранном пространственно-временном поле, дальнейшую интерпретацию материала, моделирование, прогноз и принятие управленческих решений. Сравнивая приведенные выше определения, можно видеть, что за прошедшие 30 лет функции мониторинга существенно расширились [4].

Целью подобного мониторинга является обеспечение потребителей необходимой экологической, в том числе ресурсной, информацией, соответствующей заданным параметрам, а задачи сводятся к сбору, обработке, анализу, хранению и выдаче пользователю требуемых для него химико-био-гидро-термических данных.

Главной организацией, реализующей функции мониторинга окружающей среды, является Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, пункты наблюдательной сети которого получают весьма значимую для МЧС России информацию, характеризующую опасные процессы природного и техногенного характера.

Именно на основе организационного обеспечения, использующего модель объединяющую рисунок. 1 и 2 и включающего все вышеуказанные положения данного раздела и функционирует система мониторинга окружающей среды Росгидромета, соответствующего требованиям мониторинга техносферной безопасности по его комплексности и надёжности.

Таким образом выполненный обзор и анализ моделей существующих информационных комплексов с позиций их организационного обеспечения, применимого в системе мониторинга техносферной безопасности позволил установить, что головной организацией, реализующей функции мониторинга окружающей среды, является Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, пункты наблюдательной сети которой получают весьма значимую для МЧС России информацию, характеризующую опасные процессы природного и техногенного характера;

Определено, что самой профильной системой, с позиции мониторинга техносферной безопасности, следует считать Единую Государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

#### Литература

1. Афанасьев Ю.А. и др. Мониторинг и методы контроля окружающей среды – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 208 с.
2. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг. - М.: Академический проект, 2005. – 416 с.
3. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. - М.: Гидрометеоиздат, 1984. - 559 с.
4. Хаустов А.П. Экологический мониторинг / А.П. Хаустов, М.М. Редина. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 637 с.
5. Артеменко А.В. Методическое обеспечение системы мониторинга техносферной безопасности – Деп. в ВИНТИ РАН, №112-В2018 от 19.12.2018

УДК 614.842/.847

*Д. А. Попов, руководитель дежурной смены*

*17 специализированной пожарно-спасательной части по тушению крупных пожаров 18 пожарно-спасательного отряда Главного управления МЧС России по Московской области*

### **СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ ООО "МЫТИЩИНСКАЯ БАЗА НЕФТЕПРОДУКТОВ"**

Аварии и пожары на объектах хранения нефти и нефтепродуктов характеризуются обширной площадью развития горения, затяжным

характером, для их тушения требуется привлечение большого количества сил и средств. Для полной ликвидации горения может потребоваться от нескольких часов до нескольких суток. Известно, что горение нефтепродуктов, хранящихся в резервуаре, может сопровождаться мощным тепловым излучением в окружающую среду [1].

В связи с этим, предприятия должны иметь не только надежные технические средства защиты от пожаров, но и их тушения. Основной целью проводимого исследования является оценка требований к техническим характеристикам пожарной и аварийно-спасательной техники для обеспечения пожаровзрывобезопасности, а также совершенствование способов предотвращения и тушения пожаров в резервуарном парке ООО "Мытищинская База Нефтепродуктов" путем применения в технологическом процессе, а также в процессе тушения возможных пожаров многоцелевых пожарно-спасательных автомобилей (АПМ) с установкой получения водных сред в метастабильном фазовом состоянии (ВСМФС).

В подразделениях московского гарнизона имеются АПМ с установкой получения ВСМФС, способные в одной единице техники объединять в себе мощное средство предотвращения и тушения пожаров на объектах хранения нефти и нефтепродуктов, а также средства обеспечения пожарной безопасности при проведении аварийных, ремонтных и регламентных работ.

Физическая сущность метода тушения пожаров ВСМФС позволяет на его основе получить новый вид огнетушащего вещества – «левитирующая пена» (ЛП). Это паро-капельная смесь, полученная в результате мгновенного перехода (за время  $10^{-4}$ – $10^{-9}$  с) в область метастабильного состояния и последующего взрывного вскипания раствора или смеси (эмульсии) недогретой воды и пенообразователя. Она обладает тремя механизмами тушения пожара: охлаждением, так как состоит из капель воды; изоляцией горючего вещества от кислорода воздуха; разбавлением, уменьшением процентного содержания кислорода, так как при испарении воды образуется пар.

Струи ВСМФС и ЛП могут быть использованы для тушения практически всех видов горючих веществ, которые не вступают в химическую реакцию с водой с выделением большого количества тепла или горючих газов. Они эффективно тушат бензины различных марок, нефтепродукты, спирты, ацетон, другие углеводороды и водорастворимые жидкости, а также твёрдые горючие материалы: древесину, резину, поливинилхлорид, полистирол [2].

АПМ с установкой получения ВСМФС и ЛП позволяет пожарным подразделениям реализовать принципиально новые возможности при тушении пожаров и ликвидации аварий на объектах хранения нефти и нефтепродуктов:

- обеспечение как поверхностного, так и объёмного пожаротушения при подаче ВСМФС от передвижной пожарно-спасательной техники;
- тушение широкого перечня горючих материалов за счёт применения ВСМФС или ЛП, то есть без использования 4 – 5 видов огнетушащих веществ;
- значительное уменьшение расхода огнетушащего вещества по сравнению с традиционными методами пожаротушения, что требует меньшего запаса огнетушащего вещества;

- эффективное осаждение дыма и уменьшение мощности теплового излучения;
- снижение взрывоопасной концентрации паров нефтепродуктов внутри замкнутого объёма (резервуара, цистерны, технологической установки) и на открытом пространстве (локальное тушение по объёму);
- очистка поверхностей от нефтепродуктов путем растворения ВСМФС (без добавления поверхностно-активных веществ);
- возможность обеспечения электроэнергией и теплом промплощадок, зданий и сооружений по временной схеме;
- обеспечение работоспособности пожарной техники в зимних условиях при низких температурах.

Практически все эти функции могут быть востребованы при работах на объектах хранения нефти и нефтепродуктов – как для тушения пожаров, так и для их предотвращения. При этом одна единица техники обеспечивает выполнение ряда востребованных функций технологического характера и находится в постоянной готовности к тушению возможных пожаров.

#### Литература

1. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. - М.: ГУГПС-ВНИИПО-МИПБ, 2000. - 216 с.
2. Кармес А. П. Технические проблемы обеспечения и тушения пожаров в труднодоступных местах трасс нефтегазопроводов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2014. – № 1. – С. 24–31.

УДК 614.841.345.6

*М. А. Сергушов, адъюнкт  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ И ПРОВЕДЕНИЮ АВАРИЙНО- СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ОБЪЕКТАХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

Во исполнение поручения Правительства Российской Федерации от 21.03.2016 г. № РД-П4–1500 МЧС России совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации продолжается реализация комплекса мероприятий, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций и обеспечение безопасности объектов социальной защиты населения, здравоохранения и образования [1]. И в настоящее время на учете МЧС России только объектов указанных категорий, с ночным пребыванием людей,

находится более 9,5 тыс., из них 2436 объектов здравоохранения, что не может не свидетельствовать о достаточно высоких пожарных рисках.

В свою очередь объектами здравоохранения называются учреждения, медицинского, санитарно-противоэпидемического (профилактического) профиля различных форм собственности и подчинения, которые прямо или косвенно проводят мероприятия по сохранению здоровья населения.

По данным статистики на объектах здравоохранения за 2018 год произошло 247 пожаров, на которых погибло 4, травмировано 9 человек. Суммарный ущерб составил порядка 125 млн. рублей [1]. В целом это хорошие показатели, но так было не всегда и по некоторым данным пожары на объектах здравоохранения достаточно часто имеют трагические последствия, сопровождающиеся массовой гибелью людей. Половину от общего числа составляют пожары в стационарах с круглосуточным пребыванием людей, и тушение на данных объектах носит особенный характер, ввиду причин, связанных как с людьми, находящимися на лечении это их малая мобильность, тяжелое состояние, психические отклонения, так и непосредственно оперативно – тактическая характеристика объекта о чем говорит сложная планировка современных больничных корпусов, наличие дорогостоящего электрифицированного оборудования, в том числе поддержания жизни, высокой пожарной нагрузки, складывающейся из мебели и отделочных материалов, наличие баллонов с сжатым газом, большим количеством горючих жидкостей используемых в медицинских целях.

В среднем ежедневно на лечении в стационаре в 8 400 больницах, 1 502 поликлиниках, 106 клиниках научно-исследовательских институтов и вузов и других лечебно-профилактических учреждениях в нашей стране находится около 3 млн. человек и около 130 тыс. больных получают лечение в дневных стационарах. Нельзя утверждать, что все перечисленные группы людей - маломобильны, но, тем не менее до 250 тыс. больных ежедневно в стране находятся на лечении в ЛПУ в беспомощном положении по состоянию здоровья. Если добавить к этой цифре пациентов в домах престарелых и интернатах, то станет ясно, насколько важен вопрос об оказании им необходимой помощи извне при пожарах в этих учреждениях.

Необходимо заметить, что в ряде случаев, нетранспортабельные больные размещены на этаже, который не имеет пандусы для эвакуации их на носилках на улицу. Очевидно, что на носилках невозможно быстро вынести 8-10 больных, при неработающем лифте с 5-го этажа клиники по узкой лестнице. Также не имеют централизованной системы противопожарного водоснабжения около 20% ЛПУ страны и около 30% - находятся в аварийном состоянии или представляют собой деревянные постройки.

Следует подчеркнуть, что заблаговременное планирование и проведение мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов здравоохранения при пожаре, планов пожарной безопасности, планов действий сотрудников лечебно-профилактических учреждений, планов оперативно-тактических действий и проведения аварийно-

спасательных работ при пожарах позволяют существенно снизить риск и смягчить последствия.

Далее предлагается вариант расчета сил и средств необходимых для тушения пожара на примере ГУЗ СО «Балаковская городская клиническая больница».

Производим расчет сил и средств на наиболее сложный вариант тушения с максимальными данными. Исходные данные: пожар возник в конференц-зале, расположенном в цокольном этаже, размерами в плане 10,5 x 6,2 м.

1. Находим время свободного развития пожара по формуле:

$$\tau_{св} = \tau_{обн} + \tau_{сооб} + \tau_{сб} + \tau_{сл} + \tau_{бр} \quad (1)$$

Итого:  $\tau_{св} = 1 + 1 + 1 + 2 + 3 = 8$  минут

2. Находим путь, пройденный огнем:

Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) за время развития пожара  $\tau_{св} = 8$  (мин):

$$L_1 = 0,5 * V_{л} * 8 = 0,5 * 2,0 * 8 = 8 \text{ (м)}, \quad (2)$$

где  $V_{л}$  – равна 2 (м/мин)

3. Находим площадь пожара:

Так как очаг пожара находится в центре стены конференц-зала, следовательно, на момент введения стволов на тушение, пожар примет прямоугольную форму развития.

$$S_{п} = a * b = 10,5 * 6 = 63 \text{ (м}^2\text{)}, \quad (3)$$

4. Находим площадь тушения пожара:

Из условий планировки принимаем тушение пожара с одной стороны Глубина тушения ручных стволов составляет 5 м, что меньше пути пройденного огнем за время свободного развития пожара, площадь тушения примет вид:

$$S_{туш} = a * h_{т} = 10,5 * 5 = 52,5 \text{ (м}^2\text{)}, \quad (4)$$

5. Определяем требуемый расход воды на тушение пожара:

$$Q_{т.тр} = S_{п} * I_{тр} \text{ (л/с)} \quad (5)$$

$$Q_{т.тр} = 63 * 0,1 = 6,3 \text{ (л/с)}$$

6. Находим количество стволов на тушение пожара:

$$N_{ств}^T = (S_{п} * I) / Q_{ств} = Q_{т.тр} / Q_{ств} \quad (6)$$

$Q_{ств}$  – расход воды на работу ствола «РСК-50» = 2,7 (л/с) .

$$N_{ств}^T = 6,3 / 2,7 = 2 \text{ ствола «РСК-50»}.$$

Исходя, из тактических соображений на тушение принимаем 3 ствола «РСК-50».

7. Определяем фактический расход на тушение:

$$Q_{ф.туш} = N_{ств}^T * q_{ств \text{ РСК-50}}^T \quad (7)$$

$$Q_{ф.туш} = 3 * 2,7 = 8,1 \text{ (л/с)}.$$

8. Определяем требуемый и фактический расходы воды на защиту смежных помещений.

$$Q_{тр}^3 = S_3 * I_{тр}^3 \text{ (л/с)}, \quad (8)$$

где  $S_3$  – защищаемая площадь (перекрытия, покрытия, стены, перегородки, оборудование и т.п.),

$$I_{\text{тр}}^3 = 0,25 \cdot I_{\text{тр}} \quad (9)$$

$Q_{\text{тр}}^3 = 0,25 \cdot (52,5 + 6 \cdot 3) \cdot 0,1 = 1,76$  (л/с), исходя из тактических соображений принимаем 1 ствол «РСК-50» на защиту вышележащего этажа, 1 ствол «РСК-50» на защиту смежных помещений.

$$Q_{\text{ф}}^3 = N_{\text{ст}} \cdot q_{\text{ст}} \quad (10)$$

$$Q_{\text{ф}}^3 = 2 \cdot 2,7 = 5,4 \text{ (л/с).}$$

9. Определяем требуемый расход на тушение и защиту:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{общ}} = Q_{\text{тр}}^{\text{т}} + Q_{\text{тр}}^3 \quad (11)$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{общ}} = 5,25 + 1,76 = 7 \text{ (л/с).}$$

10. Определим фактический расход на тушение и защиту:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{туш}}^{\text{ф}} + Q_{\text{защ}}^{\text{ф}}, \quad (3.2.13)$$

$$Q_{\text{ф}} = 8,1 + 5,4 = 13,5 \text{ (л/с).}$$

11. Проверяем, выполняется ли условие локализации:

$$Q_{\text{ф}} \geq Q_{\text{тр}} \text{ выполняется } 13,5 \text{ л/с} > 7 \text{ л/с.}$$

12. Определяем обеспеченность объекта водой:

Водоотдача водопровода составляет 80 л/с, т.к.  $Q_{\text{водопр}} = 80 > Q_{\text{ф}} = 13,5$  (л/с), следовательно объект обеспечен водой для тушения возможного пожара.

13. Определяем количество АЦ с учетом использования насосов: 4 стволов РСК-50:

$$N_{\text{М}} = Q_{\text{тр}} / 0,8 Q_{\text{н}}, \quad (12)$$

где:  $Q_{\text{н}}$  - водоотдача насоса,

$N_{\text{М}} = 13,5 / (0,8 \cdot 40) = 1$  АЦ, исходя из тактических соображений обеспечения бесперебойной подачи воды необходимо установить 1 АЦ на ПГ и организовать подпитку 1-го отделения.

14. Определяем численность личного состава:

$$N_{\text{л.с.}} = N_{\text{гдзс}} \cdot 3 + N_{\text{пб}} + N_{\text{гдзсреэ}} + N_{\text{др}} \quad (13)$$

$$N_{\text{л.с.}} = 5 \cdot 3 + 5 + 1 \cdot 3 + 2 = 25 \text{ чел.}$$

15. Определяем количество пожарных отделений:

$$N_{\text{отд}} = N_{\text{л.с.}} / n, \quad (14)$$

где  $n$  - количество личного состава на 1 отделении принимается равным от 3 до 5 человек, (принимаем  $n=4$ ),

$$N_{\text{отд.}} = 25 / 4 = 7 \text{ отделений.}$$

Следовательно, первое прибывшее на пожар подразделение не сможет одновременно подать необходимое количество стволов на тушение и защиту, обеспечивающие успешное тушение пожара и спасание людей, т.е. не сможет локализовать пожар.

Определяем обстановку к моменту введения стволов пожарными подразделениями, прибывшими по рангу пожара № 3.

16. Время развития пожара:

$$T_{\text{РАЗВ}} = T_{\text{СВ}} + T_{\text{СЛ.№3}} \quad (15)$$

$T_{\text{СЛ.3}}$  - время следования подразделений по рангу пожара № 3 с момента прибытия первых подразделения по рангу пожара № 1

$$T_{\text{РАЗВ}} = 6 + 35 = 41 \text{ мин.}$$

17. Определяем форму площади пожара и расстояние, на которое распространится фронт пламени к моменту введения стволов последним прибывшим подразделением по рангу пожара № 3.

Линейная скорость распространения горения после введения стволов на тушение пожара принимается с учетом действия фактора тушения, т.е.

$$L_1 = L + 0,5 * V_{л} * T_{св} \quad (16)$$

где,  $L_1$  - путь, пройденный огнем от введения первых стволов до введения стволов прибывшими подразделениями.

18. Определяем площадь пожара с учетом фактора тушения:

так как, очаг пожара находится в углу палаты и достиг противоположной стены, то выйдет за пределы помещения, то пожар распространится в коридор и в соседние помещения:

$$S_{п} = a * b + a_1 * b_1 + a_2 * b_2, \quad (17)$$

$$S_{п} = 14,8 * 35 + 7,67 * 10,79 + 6,42 * 12,14 = 678,7 \text{ (м}^2\text{)}.$$

19. Определяем площадь тушения

$$S_{т} = 2,75 * 5 + 2,79 * 10 + 5 * 11,46 + 5 * 6,23 = 130,1 \text{ (м}^2\text{)}.$$

20. Определим требуемый и фактический расходы огнетушащих веществ на тушение:

$Q_{тр} = S_{т} * I_{тр} = 130,1 * 0,1 = 13$  л/с., исходя, из тактических соображений на тушение принимаем 4 «КУРС-8» с расходом 4 л/с.

Определим фактический расход огнетушащих веществ на тушение:

$$Q_{тф} = N_{ст} * q_{ст} = 4 * 4 = 16 \text{ л/с.}$$

21. Определим требуемый и фактический расходы огнетушащих веществ на защиту:

$Q_{зтр} = 0,25 * S_{зщ. \text{ поверх.}} * I_{тр} = 0,25 * 678,7 * 0,1 = 16,95$  л/с, из тактических соображений на защиту вышележащего этажа принимаем 1 ствол «РСКУ-70А» и 1 ствол «КУРС-8».

$$Q_{зф} = N_{ст} * q_{ст} = 1 * 9 + 1 * 8 = 17 \text{ л/с.}$$

Определение требуемого расхода на тушение и защиту:

$$Q_{тр} = Q_{тр}^T + Q_{тр}^3 = 13 + 16,95 = 29,95 \text{ л/с.}$$

Определение фактического расхода на тушение и защиту

$$Q_{ф} = Q_{туш} + Q_{зщ} = 16 + 17 = 33 \text{ л/с.}$$

22. Проверяем, выполняется ли условие локализации:

условие  $Q_{ф} \geq Q_{тр}$  выполняется,  $33 \text{ л/с} > 29,95 \text{ л/с}$ .

23. Проверяем обеспеченность объекта водой:

$$Q_{сети} = 80 \text{ л/с} > 33 \text{ л/с.}$$

24. Определяем численность личного состава:

$$N_{л.с.} = N_{гдзс} * 3 + N_{гдзсреэ} + N_{пб} + N_{др}$$

$$N_{л.с.} = N_{гдзс} * 3 + N_{гдзсреэ} + N_{пб} + N_{др} = 6 * 3 + 2 * 3 + 6 + 1 = 31 \text{ чел.}$$

25. Определяем требуемое количество отделений:

$$N_{отд.} = N_{л.с.} / 4;$$

$$N_{отд.} = 31 / 4 = 8 \text{ отделений.}$$

Следовательно, прибывшие на пожар подразделения, по рангу пожара №3, при котором, согласно расписанию выезда Балаковского пожарно-спасательного гарнизона, обеспечивается прибытие 8 единиц техники, смогут

одновременно подать необходимое количество стволов на тушение и защиту, обеспечивающие успешное тушение пожара и спасание людей, т.е. смогут локализовать пожар. Схема тушения пожара представлена на рисунке 1.

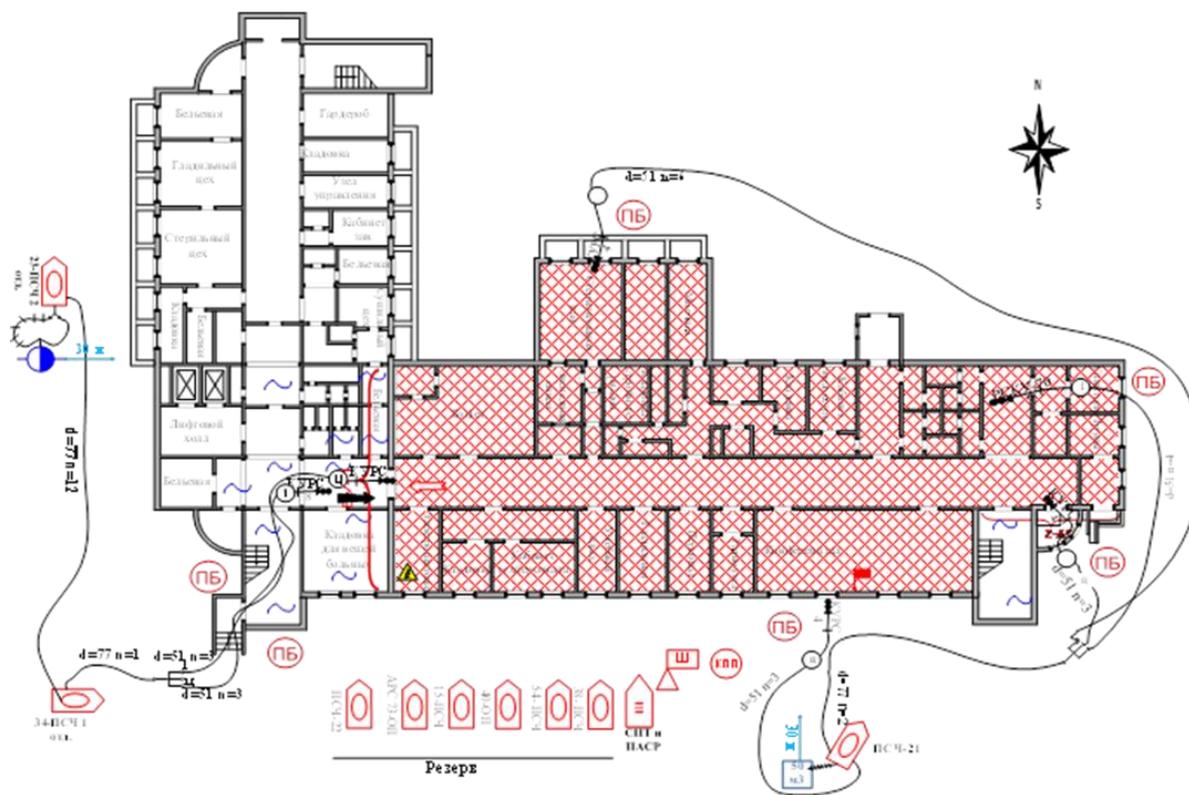


Рисунок 1 - Схема расстановки сил и средств при тушении пожара в ГУЗ СО «Балаковская городская клиническая больница».

Таким образом с помощью представленного расчета возможно обоснованное вычисление количества сил и средств необходимых для тушения пожара на объектах здравоохранения, единственно разницей при проведении расчетов на другие объекты здравоохранения будет являться степень огнестойкости зданий и расчетное время прибытия сил и средств.

## Литература

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2018 году» / М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019, 344 с.

*Н. А. Ференц, кандидат технических наук, доцент  
Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности*

## **ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ БОРИСЛАВСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Разработка Бориславского нефтегазоконденсатного месторождения (Украина, Львовская область) начата еще в 1805 года посредством сооружения шурфов-колодцев в местах выхода на поверхность нефтеносных отложений. Более чем за 130-летний период его эксплуатации было выкопано около 20 000 колодцев. Бурение скважин было начато в 1886 году. В настоящее время общий фонд скважин составляет: 1599 нефтяных, 12 нагнетательных и 89 дегазационных [1].

Отрицательное воздействие эксплуатации нефтегазоконденсатного месторождения на окружающую среду г. Борислав и его окрестностей состоит в загрязнение почвы нефтью и сопутствующими углеводородными газами, земляных работах, пожарах нефтяных скважин. Загрязнение нефтью происходит во время природных спонтанных ее выходов на поверхность земли, аварийных излияний, а также при ее транспортировке. Неконтролируемый выход нефти на поверхность обусловленный приповерхностным залеганием нефтеносных пород, наличием разнообразных трещин, разломов, других геологических нарушений, по которым происходит мигрирование углеводородов. Особую опасность представляет существование шурфов и скважин, которые были построены в прошлом и не ликвидированы должным образом. Их устройство осуществлялось без учета требований безопасности, в частности, заколонное пространство скважины не цементировалось, что создавало возможность неконтролируемой миграции нефти.

Одновременно с разработкой нефтегазоконденсатного месторождения в городе Борислав в течение последних 150 лет происходила неконтролируемая соответствующими государственными органами хаотичная застройка жилых домов, расширение инфраструктуры города. На сегодня вся территория нефтяного месторождения занята жилыми кварталами, а их жители находятся под постоянным негативным воздействием нефтяного загрязнения и повышенной концентрации углеводородных газов, которые также могут образовать взрывоопасную смесь.

Аварийные ситуации на объектах нефтегазоконденсатного месторождения могут возникнуть из-за отключения электроснабжения (отключается сигнализация, приборы учета, установки катодной защиты и прочее). Большинство таких объектов нуждаются в реконструкции и модернизации, оснащении их современным эффективным оборудованием. Угрозу их безопасной эксплуатации представляет и неправомерное использование охранных зон, в которых ведется строительство жилья, дачных массивов и других объектов.

С целью предупреждения и минимизации последствий чрезвычайных ситуаций, необходимо создать на объектах системы раннего обнаружения выброса химически опасных веществ и системы оповещения персонала объектов и населения; применять наиболее прогрессивные технологии с целью предупреждения промышленным авариям, защиты людей и окружающей среды; создание эффективных систем технологического контроля.

### Литература

1. Цайтлер М. Екологічні наслідки довготривалого нафтовидобутоку на Бориславському родовищі. Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Л., 2001. Т. VII: Екологічний збірник. Екологічні проблеми природокористування та біорозмаїття Львівщини. С. 83–89.
2. НПАОП 11.1-1.01-08. Правила безпеки в нафтогазодобувній промисловості.

УДК 614.841.1

*Р. В. Халиков, ад'юнкт  
Академія ГПС МЧС Росії, г. Москва*

## **ИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПЛАМЕНИ ЗАМКНУТЫХ ПРОСТРАНСТВ ГАЗОКОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ**

### *Введение*

Национальная безопасность Российской Федерации неразрывно связана с устойчивым развитием нефтегазового комплекса. Среди объектов нефтегазового комплекса особое место занимают газокompрессорные станции, это связано с тем, что данные объекты напрямую связаны с не только объектами промышленности, но и с объектами социальной инфраструктуры. Так, например, при пожаре на курской газокompрессорной станции в 2018 году в период начала отопительного сезона город Железногорск с населением более 80 тыс. чел. остался без газо-теплоснабжения, более 5 промышленных объектов города перестали функционировать. Согласно проведенному анализу статистических данных в период с 2014 по 2019 гг. более 70 % пожаров газокompрессорных станций происходило в замкнутых объемах, а эффективность их тушения не превышала 57 %. Рассмотрение вещества, используемых для тушения пожаров в замкнутых объемах газокompрессорных станций в период с 2014 по 2019 гг. представлено на рисунке 1.

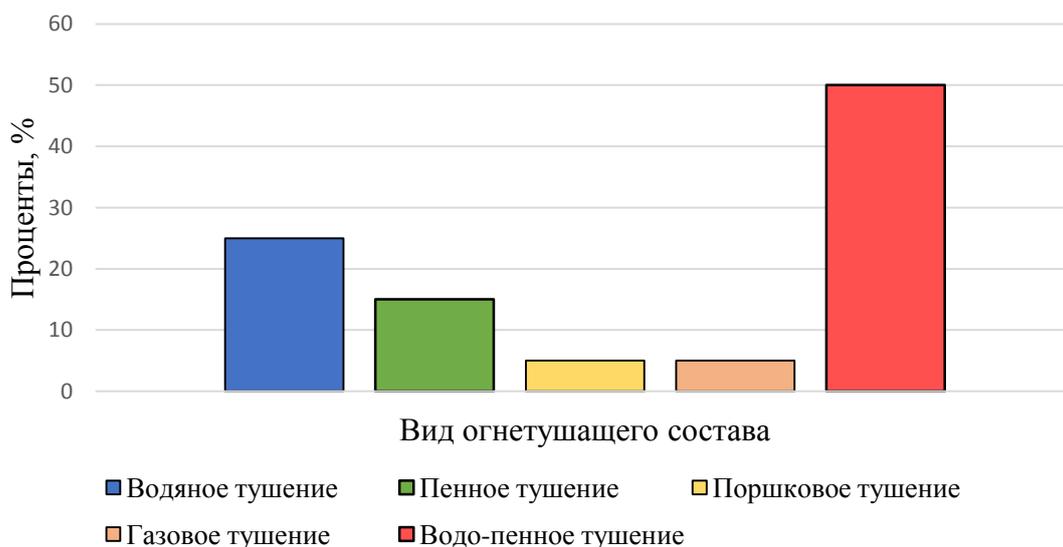


Рисунок 1 – Гистограмма вид огнетушащего вещества для тушения пожаров, происходящих в замкнутых объемах газокompрессорных станций (%)

*Вывод:* отмечаем, что более чем в половине случаев тушения пожаров в замкнутых объёмах газокompрессорных станций используются водо-пенные растворы, это связано с тем, что в 75 % случаев пожаров горят масла газоперекачивающих агрегатов. Поэтому из существующих средств пожаротушения, имеющихся на вооружении подразделений пожарной охраны на данный момент наиболее подходящими являются водо-пенные растворы с пленкообразующими составами. Однако, их применение не создает условий для быстрой ликвидации горения.

#### *Анализ огнетушащих свойств водо-пенных растворов*

Как было сказано выше, эффективность применения существующих огнетушащих веществ, в том числе и водо-пенных растворов, для тушения пожаров в замкнутых объемах газокompрессорных станций не превышает 57 %, рассмотрим возможные причины этого.

При проведении лабораторных исследований в области применения пенообразователей с плёнкообразующими составами для тушения пожаров жидких углеводородов были обнаружены неоднородные участки формирования пленки на поверхности горящего углеводорода [1]. Результаты данного эксперимента, были использованы для вычисления механизмов тушения жидких углеводородов в конкретный момент времени. Обработанные данные представлены в таблице 1.

Анализ таблицы 1 показал, что механизм тушения экранированием и изоляцией пенами с добавлением этиленгликоля и пленкообразующих составов эффективен в первые 6 минут после подачи на горящую поверхность жидкого углеводорода. Основное время тушения (порядка 69 %) происходит посредством непосредственного участия охлаждающего воздействия водной среды.

Таблица 1 - Зависимость фазового состояния среды и механизмов тушения от времени

Время от начала тушения пожара	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Сосредоточенность водяной фазы, %	2	2	3	7	7	7	7	7	7	7	7	20	25	41	58	60	70
Сосредоточенность пенной фазы, %	98	98	97	93	93	93	93	93	93	93	93	80	75	59	42	40	30
Механизм тушения изоляцией и экранирование, %	57	65	65	65	67	58	43	42	42	42	42	42	38	35	33	32	31
Механизм тушения охлаждением, %	43	35	35	35	33	42	57	58	58	58	58	58	62	65	67	68	69

Размеры капель воды, участвующих в тушении, на данном этапе составляют около 500 - 700 мкм, что соизмеримо с размером капель из спринклерного оросителя системы автоматического пожаротушения [2]. Отличие состоит в том, что поверхность данных капель имеет большую молекулярную вязкость. В момент соприкосновения водяных растворов в дисперсном состоянии с поверхностью горячей жидкости образуется гетерогенный газовый слой. Как известно, вязкость газовой среды не зависит от давления окружающей среды [3]. Воздействие на вязкость газовой среды может быть осуществлено с помощью температуры, чем выше температура, тем выше вязкость [3]. Среднеобъемную температуру среды реального пожара жидких углеводородов не изменить, однако возможно уменьшить диаметр капель водяной среды до размеров нескольких микрон, тем самым увеличить площадь теплового соприкосновения. Однако в таком случае необходимо рассматривать процесс тушения на ионном уровне, потому что при введении в среды с подобной дисперсностью влияние на ионные процессы горения будет существенным.

*Ионные аспекты процессов горения веществ объемного пожаротушения газокompрессорных станций*

Переходя к рассмотрению ионных процессов горения в объеме помещений необходимо заметить, что существует 2 основных механизма прекращения горения: охлаждение системы реагирующих веществ и прекращение цепных реакций горения [4]. Огнетушащая способность веществ не является проявлением одного из механизмов, однако наиболее перспективным с точки зрения будущего использования являются ионные процессы.

Согласно анализу, статистических данных, приведённому в введении данной статьи 75% случаев пожаров горят масла газоперекачивающих агрегатов. Поэтому рассмотрим особенности горения данных масел в условиях замкнутых объемов. Как и любое горение, горение масел газоперекачивающих агрегатов может быть представлено процессами синтеза и разложения веществ с образованием свободных радикалов. Они являются связующим звеном для поддержания электронейтральности пламени во времени, однако свободные радикалы не могут долгое время свободно существовать, поэтому при изменении концентраций реагирующих веществ в пределах стехиометрии, необходимо время порядка  $10^{-3}$  с для возвращения системы устойчивое состояние. Горение масел газоперекачивающих агрегатов в данном случае может быть представлена газо-ионным составом горения жидких углеводородов [5], в соответствии с данным составом для тушения пожаров в замкнутых объемах с использованием высокодисперсной среды целесообразно вводить ее при наступлении режима горения, при котором пожар регулируется вентиляцией (далее – ПРВ), то есть с 15 минуты пожара, с данного момента времени происходит резкое возрастание радикального состава смеси, начинается своеобразное пресыщение, энергии и неполярных растворителей достаточно для продолжения реакций цепного разветвления, но отсутствует поступления окислителя. Это может быть объяснено тем, что при наступлении ПРВ начинают формироваться высокомолекулярные продукты горения из вторичных химических реакций, то есть таких, когда поступление кислорода происходит не из внешней среды, а результате распада ранее образованных веществ. Введение высокодисперсной среды с высокой охлаждающей способностью в данный момент времени, позволит прекратить реализацию вторичных химических реакций и как следствие приведет к самоингибированию системы.

*Возможности температурно-активированной воды для подавления реакций ионного обмена*

Указанными характеристиками дисперсности среды обладают тонкораспыленная и температурно-активированная вода [6]. Однако, актуальным является использование температурно-активированной воды для данного случая, так как ее дисперсность не ограничивается лишь наличием водяной среды, в ее основу входит и паровая среда. Это создает возможность торможения ионных процессов реакции горения и флегматизации зоны пожара.

## Литература

1. C. Balluff, W. Brotz, A. Schonbucher, D. Gock, N. Schie, Study of hazardous fires of liquid hydrocarbons as a contribution to the safety of chemical plants, Chem. – Ing. – Tech. 57 (1985) 823.

2. С. Г. Цариченко, В. А. Былинкин, С. М. Дымов и др. Руководство по определению параметров автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной водой. -М.: ВНИИПО, 2004. [Электронный ресурс] // М-во Рос. Федерации по делам гражд. обороны, чрезвычайн. ситуациям и

ликвидации последствий стихийн. бедствий (МЧС России), Федер. гос. учреждение "Всерос. ордена "Знак почета" науч.-исслед. ин-т противопожарной обороны" (ФГУ ВНИИПО МЧС России); [подгот. С.Г. Цариченко и др.]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19623015> (дата обращения 12.01.2020)

3. Матвеев В.А., Орлов О.Ф. Определение динамической вязкости вещества в зависимости от давления и температуры [Электронный ресурс] // Вестник московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. серия естественные науки 2009. № 3 (34). С. 116-118. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12939032> (дата обращения 10.01.2020)

4. В.В. Азатян, И.А. Болодьян., В.Ю., Навценья, Ю.Н. Шебеко., А.Ю. Шебеко Роль реакционных цепей в критических условиях распространения пламени в разгах [Электронный ресурс] // Горение и взрыв. 2012. № 5 Т.5 С. 53-60. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21796931> (дата обращения 01.01.2020)

5. Р.В. Халиков Объемное тушение пожаров твердых углеводородов [Электронный ресурс] // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования 2019. № 3 (4). С. 201-203. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41579070> (дата обращения 10.01.2020)

6. В.В. Роечко, А.В. Пряничников, Е.Б. Бондарев Применение температурно-активированной воды для тушения пожаров турбинных масел на объектах теплоэнергетики. [Электронный ресурс] // Технологии техносферной безопасности. 2015. №4 (62). С. 84-93. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25846407> (дата обращения 01.01.2020)

УДК 614.842/.847

*Е. С. Цыбакин, начальник отдела надзорной деятельности и профилактической работы по г. Ковров, Ковровскому и Камешковскому районам Главного управления МЧС России по Владимирской области*

### **АНАЛИЗ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ НА ТЕРРИТОРИИ КОВРОВСКОГО ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ГАРНИЗОНА ГУ МЧС РОССИИ ПО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Одним из частых чрезвычайных ситуаций, с которыми сталкивается Ковровский пожарно-спасательный гарнизон (г. Ковров, Владимирская область) являются пожары. В таблице 1 и на рисунках 1-3 показаны статистические данные по пожарам в рассматриваемом гарнизоне.

Таблица 1 – Статистические данные по пожарам Ковровского пожарно-спасательного гарнизона

Год	Количество пожаров	Погибло людей	Травмировано людей	Ущерб (рубли)	Спасено людей
<b>г. Ковров</b>					
2012	150	11	16	147602036	92
2013	128	13	21	16496773	75
2014	124	12	26	79035067	14
2015	128	10	24	2838611	15
2016	109	15	21	2435200	10
2017	91	6	15	3703393	52
2018	115	8	10	9400362	32
2019	301	5	17	1464908	19
<b>Ковровский район</b>					
2012	73	5	4	866975	2
2013	69	2	3	1418738	26
2014	70	10	11	4727875	0
2015	76	4	10	16812641	1
2016	55	5	10	29182689	4
2017	47	3	2	7113305	0
2018	65	5	3	3208956	5
2019	134	4	2	2335814	7
<b>Камешковский район</b>					
2012	82	15	12	2997049	8
2013	71	0	10	1573500	9
2014	75	2	5	4701579	2
2015	65	0	4	11583802	1
2016	64	9	8	1205418	0
2017	60	6	7	6687022	4
2018	63	7	2	1346000	0
2019	132	6	4	12663860	3

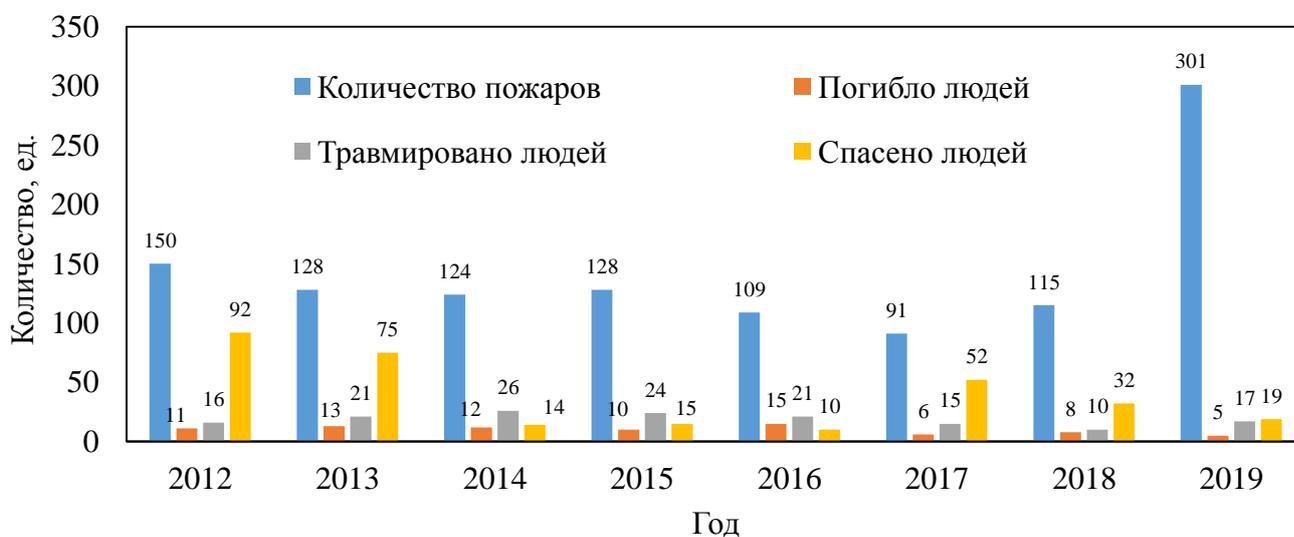


Рисунок 1 – Анализ пожаров, произошедших на территории г. Ковров

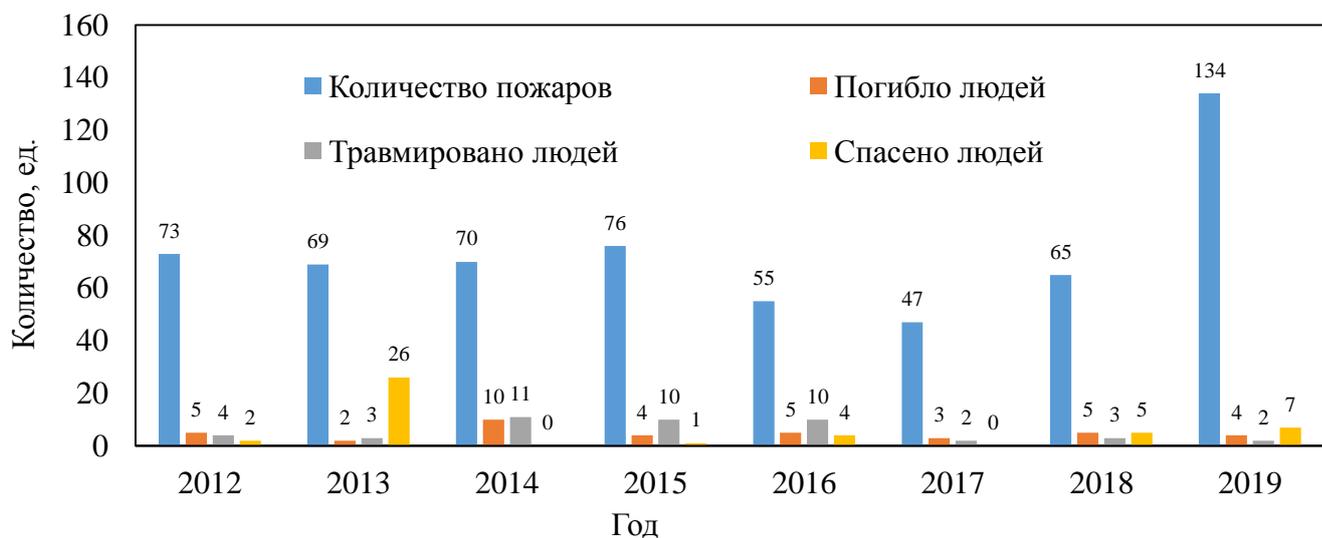


Рисунок 2 – Анализ пожаров, произошедших на территории Ковровского района



Рисунок 3 – Анализ пожаров, произошедших на территории Камешковского района

Для проведения анализа обстановки с пожарами воспользуемся теорией интегральных пожарных рисков, которая изложена в работе [1].

Рассмотрим следующие территориальные пожарные рисками: столкновение человека с пожаром,  $R_1$  – пожар/(человек · год); гибель человека при пожаре,  $R_2$  – жертва/пожар; гибель человека от пожара в единицу времени,  $R_3$  – жертва/(человек · год).

Риски между собой связаны  $R_3$  отношением  $R_3=R_1 \cdot R_2$ .

Численность населения: г. Ковров 137 594 человек, Ковровский район 30 937 человек, Камешковский район – 29 525 человек [2].

Таким образом, имея статистические данные и зная численность населения, определим территориальные пожарные рисками на момент 2019 года для рассматриваемый территорий (Таблица 2).

Территория	$R_1$	$R_2$	$R_3$
г. Ковров	$1,04 \cdot 10^{-4}$	$6,9808 \cdot 10^{-3}$	$7,27 \cdot 10^{-5}$
Ковровский район	$2,38 \cdot 10^{-4}$	$6,4516 \cdot 10^{-3}$	$15,35 \cdot 10^{-5}$
Камешковский район	$2,59 \cdot 10^{-4}$	$7,3529 \cdot 10^{-3}$	$19,05 \cdot 10^{-5}$

Далее сравним риски для городского населения с сельским. Для этого сравним парные риски [3] г. Коврова с рисками Камешковского района (риски максимальны в сравнении с Ковровским районом) путем вычисления их отношений рисков получаем:

$$R_1^C / R_1^G = 2,5$$

$$R_2^C / R_2^G = 1,1$$

$$R_3^C / R_3^G = 2,6$$

Определим значение комплексного показателя пожарной опасности сельской местности территории Ковровского пожарно-спасательного гарнизона [1].

$$K_{по} = R_1^C / R_1^G * R_2^C / R_2^G * R_3^C / R_3^G = 2,5 * 1,1 * 2,6 = 7,15$$

Данный комплексный показатель пожарной опасности, говорит о том, что последствия пожаров, с точки зрения человеческих жертв в 7 раз хуже, в сравнении сельской местности с городской территории Ковровского пожарно-спасательного гарнизона.

Результаты проведенного анализа обстановки пожаров на территории Ковровского пожарно-спасательного гарнизона будет разработан алгоритм управления пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона, учитывающий повышенные риски в сельской местности.

## Литература

1. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование / под ред. Н.Н. Брушлинского, Ю.Н. Шебеко. М.: ФГУ ВНИИПО, 2007. 370 с
2. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2018 года. (Дата обращения 25 июля 2018). Архивировано 26 июля 2018 года ([http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2018/bul\\_dr/mun\\_obr2018.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2018/bul_dr/mun_obr2018.rar))
3. Брушлинский Н. Н., Клепко Е. А., Попков С. Ю., Соколов С. В. Пожары в городах и сельской местности России // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение и ликвидация, – 2008. – № 2. – С. 31–35

*В. Д. Цыганков, аспирант  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ВЛИЯНИЯ УДАРО-ВОЗДУШНЫХ ВОЛН НА СОСТОЯНИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО РЕЖИМА В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ ПРИ ВЗРЫВЕ ПЫЛЕВОЗДУШНОЙ СМЕСИ**

Целью данной работы стало рассмотрение современных методов расчета влияния ударо-воздушных волн, вызванных взрывом пылевоздушной смеси в сетях горных выработок угольных шахт, на вентиляционные сооружения.

Как известно, в настоящее время для расчета распространения ударо-воздушных волн применяется методика газодинамического расчета параметров воздушных ударных волн при взрывах газа и пыли, разработанной Российским научно-исследовательским институтом горноспасательного дела.

Данная методика и программные комплексы применяются профилактическими службами шахт для составления плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМЛЛПА), а также службами ВГСЧ МЧС России для составления оперативного плана во время аварий на угольных шахтах помогающие оценить состояния вентиляционных сооружений и помочь спрогнозировать дальнейшего развития аварии, а также определить безопасные места ведения горноспасательных работ при потенциальной угрозе взрыва газа и пыли в угольных шахтах. Для автоматизации расчета на основе имеющейся методики применяются специализированные программные комплексы такие как «Вентиляция», «Ударная волна», «Водоснабжение», «Тупики», «Аэросеть», «Динавент», «ВентПЛА» и др. схожие программные продукты [1,2].

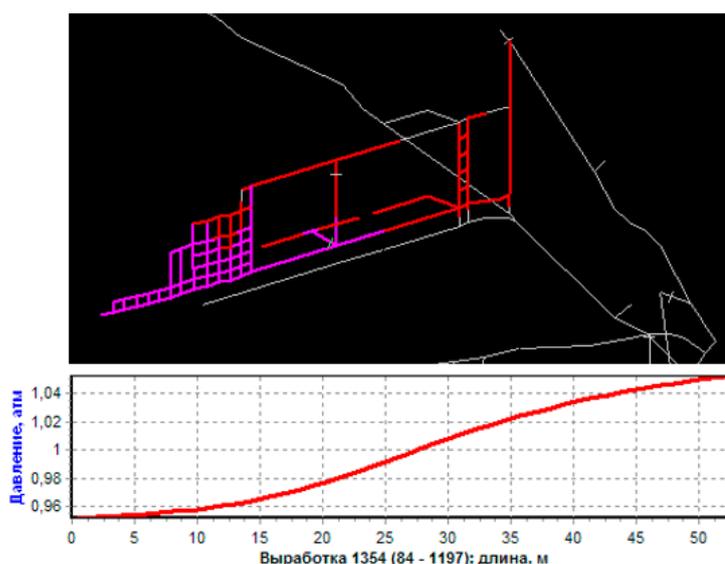


Рисунок 1 – Пример результата расчета распада движения ударо-воздушных волн в программном продукте вентиляция [3]

В применяемом на сегодняшний день способе проектирования вентиляции используется классический подход упрощенная модель которой состоит из ветвей и узлов. Следовательно, реальные горные выработки различного сечения и формы заменяются линиями с заданными параметрами (сечения, периметр, длина, коэффициент аэродинамического сопротивления трения, площадь). Бесспорно, данные комплексы имеют ряд преимуществ при их использовании: значительное сокращение времени создание моделей для оценки состояния вентиляционных режимов шахты/рудника; возможность гибкого изменения модели и ее корректировки; относительно быстрый расчет по сравнению с программами применяемые для расчета методом конечных объемов.

Однако при укрупненном расчете отдельных участков горных выработок становится ясно, что данные методики, а, следовательно, и программные продукты не учитывают множество имеющихся на объекте осложняющих факторов таких как: турбулизация потока, конвекция, местные сопротивления оборудования и креплений выработок, выделения газов (метана, водорода и др.) с поверхности выработок и выработанного пространства. Диффузия, противотоки и распределения тепла также не рассматриваются. Разбавление газов в них происходит по правилу вытеснения (перенос) или смешения [4]. При проектировании вентиляции на стадии расчёта необходимого количества воздуха вводится допущение о мгновенном разбавлении вредных и опасных газов до нормируемых значений.

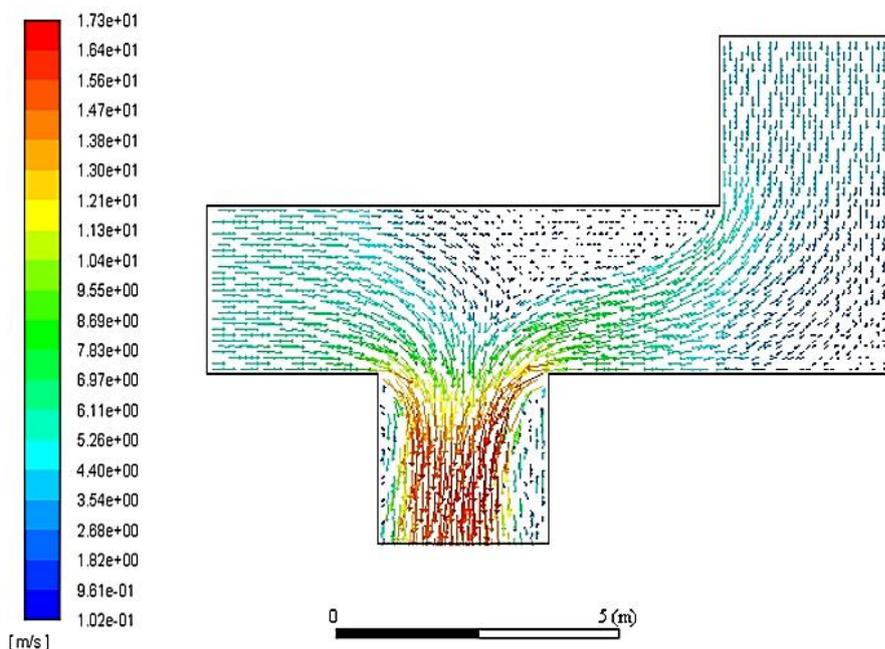


Рисунок 2 - Результат расчета скорости воздушного потока [7]

В работах [5-9] приводятся примеры расчета ударных волн, а также движение пылевоздушных смесей (Рис.2) в сетях горных выработках при помощи программного продукта ANSYSFLUENT из результатов этих расчетов

видно, что данный программный продукт весьма гибок и позволяет применять множество разных газодинамических моделей тем самым позволяя подобрать наиболее оптимальную модель для конкретного случая. В данной программе используется метод конечных элементов, суть которого заключается в разбиение расчетной области на элементы, создав расчетную сетку, с последующим решением системы дифференциальных уравнений [10].

Недостатками данного программного продукта являются:

— длительное время решения задач при значительных размерах расчетной области, использовании мелкой сетки, а также при учете множества дополнительных параметров;

— необходимость в уточнении применяемой модели методом сопоставления с реальной или приближенной физической моделью.

#### *Заключение*

Для прогнозирования аварий на подземных горных предприятиях в настоящее время не существует универсальной методики и расчетного программного комплекса, дающего точные результаты применимые к каждому типам аварий. Однако для получения более точных результатов/прогнозов следует применять несколько различных программ в комплексе, на примере программ «Вентиляция», «Ударная волна» и ANSYSFLUENT для оценки ситуации в рамках всей шахты целесообразно применять такие программы как «Вентиляция» и «Ударная волна», а для более детальной оценки (подготовительного участка, сопряжения, очистного забоя и др.) применять ANSYSFLUENT.

#### Литература

1. Магомет Р.Д., Родионов В.А. Повышение взрывобезопасности угольных шахт российской федерации // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2019. - № S6. - С. 147-155.
2. Ивлева Е.В., Константинов Е.Ю., Родионов В.А. Модель формирования промышленных катастроф (расчетный вид модели на примере угольной промышленности) // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2019. - № S7. - С. 67-77.
3. Электронный ресурс: URL: <https://minesoft.ru> (дата обращения: 05.05.2020 г.)
4. Красноштейн, А.Е., Файнбург, Г.З. Диффузионно-сетевые методы расчёта проветривания шахт и рудников. - Екатеринбург, изд. ГИ УрО РАН – 1992. – 243 с.
5. Цыганков В.Д. и др. Применение ANSYSFluent для расчета параметров распространения ударной волны в узлах сопряжений горных выработок // Проблемы управления рисками в техносфере. - 2018. - № 4 (48). - С. 40-48.
6. Кобылкин А.С. Исследование распределения вредных газов в горных выработках с использованием компьютерного моделирования // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2014. - № 10. - С. 202-207.

7. Родионов В.А., Цыганков В.Д., Жихарев С.Я. Морфологический состав шахтной угольной пыли и его влияние на взрывопожароопасность горных выработок // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2020. № 1 С.145-158.

8. В.А. Родионов, В.Д. Цыганков. Возможность применения программного продукта ANSYS FLUENT для повышения взрывозащиты горных выработок в угольных шахтах // В сборнике: Комплексные проблемы техносферной безопасности. Задачи, технологии и решения комплексной безопасности. Сборник статей по материалам XV Международной научно-практической конференции. 2019. - С. 208-210.

9. Цыганков В.Д. Возможности моделирования поведения гибридных смесей в замкнутом пространстве с целью уменьшения вероятности возникновения взрывоопасных концентраций // В сборнике: Транспорт России: проблемы и перспективы - 2019 материалы Международной научно-практической конференции. Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН. 2019. С. 128-130.

10. Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Учеб, пособ. / В. А. Бруяка, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова, Н.А. Глазунова, П.Е. Адеянов. - Самара: Самар, гос. техн. ун-т, 2010. - 271 с.

УДК 614.835

*Е. М. Шапихов, преподаватель, [Erkebulan.shapikhov@mail.ru](mailto:Erkebulan.shapikhov@mail.ru)  
Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО РАССТОЯНИЯ ПРИ ВЗРЫВЕ АППАРАТА С ПЕРЕГРЕТОЙ ЖИДКОСТЬЮ ИЛИ СЖИЖЕННЫМ ГАЗОМ**

Сегодня с ростом промышленности все актуальней становятся вопросы безопасности на производстве, в том числе и взрыво-пожаробезопасности, так как на данных объектах хранится, транспортируется и сжигается значительное количество горючих жидкостей, газов и твердых веществ, а также совместно используется различного рода электрооборудования высокой мощности.

Пожар на промышленных предприятиях зачастую создают угрозу взрыва аппаратов, хранящих в своем объеме взрывоопасные вещества. Поэтому важно, чтобы на стадии обучения люди, которые будут находиться в этот момент на объекте для спасения людей и тушения пожара, получили представления об опасности, создаваемой при взрыве аппаратов с перегретой жидкостью или сжиженным газом в очаге пожара.

С этой целью на базе Кокшетауского технического института КЧС МВД Республики Казахстан в рамках усовершенствования учебного процесса была

создана «рабочая книга» в программном комплексе Microsoft Excel, позволяющая рассчитать параметры взрывоопасной зоны, для чего необходимо задать значения в области ввода данных, показанной на рисунке 1, такие как:

- *Вещество в аппарате;*
- *Масса вещества;*
- *Удельная теплоемкость жидкости;*
- *Доля энергии волны давления;*
- *Давление срабатывания предохранительного устройства;*
- *Давление окружающей среды;*
- *Расстояние от центра аппарата до первой точки;*
- *Шаг исчисления.*

Вещество:	Пропилен	
Масса вещества:	250	кг
Удельная теплоемкость жидкости:	2180	Дж/(кг·К)
Доля энергии волны давления:	0,5	
Давление срабатывания предохранительного устройства:	2500	кПа
Давление окружающей среды:	101325	Па
Расстояние от центра аппарата до первой точки:	10	м
Шаг исчисления:	1,4	

Рисунок 1 - Область ввода значений

Пожароопасная (взрывоопасная) зона – часть замкнутого или открытого пространства, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие вещества и в котором они могут находиться при нормальном режиме технологического процесса или его нарушении (аварии) [1].

Используя, заданные значения программа иллюстрирует взрывную волну и безопасное расстояние для человека как показано на рисунке 2:

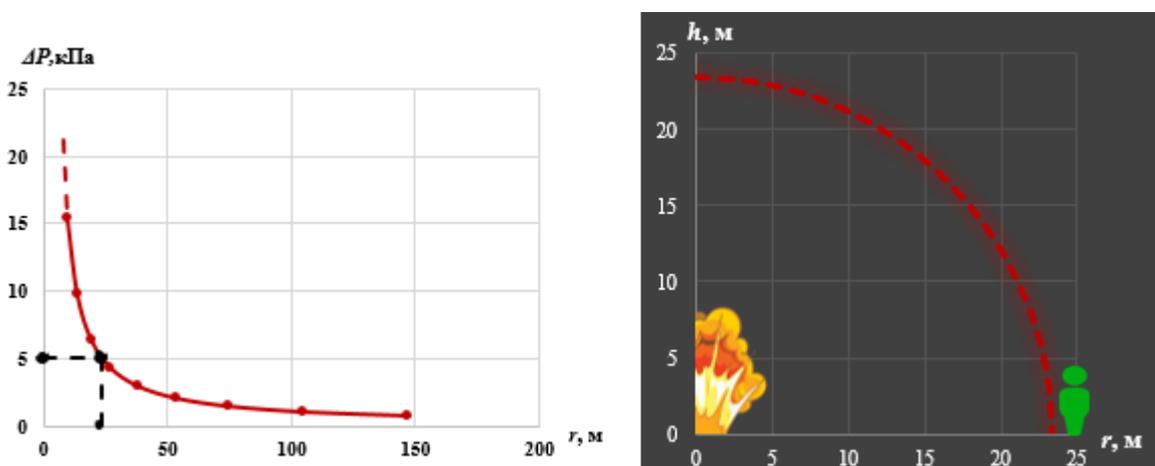


Рисунок 2 - Иллюстрация взрывной волны и безопасного расстояния для человека

Расчеты, производимые в данной программе, основаны на методике расчета параметров зоны поражения волны давления при взрыве аппарата с перегретой жидкостью или сжиженным газом в очаге пожара, приводимые в [2]. В качестве исходных данных для расчетов были взяты значения из справочников «Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов и средств их тушения» [3], [4].

Данная программа позволяет рассчитать избыточное давление взрывной волны при взрыве аппарата с перегретой жидкостью или сжиженным газом в очаге пожара на задаваемом расстоянии от эпицентра взрыва, а также производит оценку безопасного расстояния для человека, которое в свою очередь рассчитывается исходя из значения безопасного давления взрывной волны для человека,  $\Delta P = 5 \text{ МПа}$  [5].

Введение данной программы в учебный процесс позволит курсантам наглядно ознакомиться с поражающей способностью того или иного химического вещества, хранящегося в аппарате с различной массой. Изменяя исходные данные, слушатель сразу же будет видеть изменение, исследуемых параметров, что позволит ему проводить сравнительный анализ, рассматриваемых веществ не затрачивая время на проведение типовых расчетов для каждого из них.

#### Литература

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ // Собрание законодательства российской федерации №30 от 28 июля 2008 года (части I-II), ст. 3579.

2. Сборник задач по курсу «Пожарная безопасность технологических процессов»: учебное пособие // С.А. Горячев, В.С. Клубань, Л.Т. Панасевич и др.; под общ.ред. Л.Т. Панасевич. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 175 с.

3. Справочник «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средств их тушения». Том 1 // Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. и др. - М.: Химия, 1990. – 496с.

4. Справочник «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средств их тушения». Том 2 // Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. и др. - М.: Химия, 1990. – 384с.

5. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан. Об утверждении технического регламента «Общие требования к пожарной безопасности»: утв. 23 июня 2017 года, № 439.

*В. С. Шарапов<sup>1</sup>, адъюнкт*

*Ф. А. Дементьев<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент, kiite@igps.ru*

*С. В. Уткин<sup>2</sup>, начальник учреждения, ipl.spb@gmail.com*

*<sup>1</sup>Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

*<sup>2</sup>ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по городу Санкт-Петербургу»*

## **СПОСОБ ИЗУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИНТУМЕСЦЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ**

При оценке эффективности интумесцентных лакокрасочных покрытий в основном используются различные испытательные установки [1]. Такой подход применим при разработке новых составов, при этом мало внимание уделяется сохранению характеристик интумесцентных покрытий со временем их эксплуатации. Гарантийные сроки, устанавливаемые в технической документации к исходным лакокрасочным материалам, могут значительно изменяться в зависимости от условий эксплуатации и влияния различных факторов окружающей среды. В этой связи интерес представляет разработка способов, позволяющих без существенного повреждения целостности покрытия, проводить оценку его основных характеристик.

Целью данного исследования является изучение возможности оценки огнезащитной эффективности интумесцентных покрытий, подвергшихся искусственному старению, термическими методами анализа.

В работе в качестве объектов исследования были выбраны отечественный и зарубежный образцы огнезащитных лакокрасочных материалов (ЛКМ) - Термобарьер-2 и DEF-521. Образцы наносились на металлические пластины размером 10x10x4 см. Гарантийный срок эксплуатации покрытия из ЛКМ Термобарьер-2 в соответствии технической документацией составляет 10-20 лет, покрытия из ЛКМ DEF-521 – 30 лет. Покрытие Термобарьер-2 предназначено для эксплуатации в условиях воздействия открытой промышленной атмосферы климатических зон при температуре воздуха от -60 °С до +60 °С. Данный материал относится к продуктам на основе эпоксидных смол. Образец DEF-521 относится к материалам на основе алкидных смол, его рекомендуется применять на открытом воздухе в атмосфере всех типов и всех атмосферно-коррозионных категорий климатических зон. Оно обладает повышенной стойкостью к различным механическим воздействиям, а также воздействию агрессивных сред. Для определения возможности оценки огнезащитных характеристик покрытий методами термического анализа полученные образцы, нанесенные на металлическую подложку, были подвергнуты процедуре искусственного старения, в соответствии с [ГОСТ 9.401-91](#). «Покрытия лакокрасочные. Общие требования и

методы испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов», на 1, 12 и 36 месяцев .

Синхронный термический анализ проводился с помощью прибора NetzschSTA 449 F3 Jupiter. Дилатометрический анализ выполняли на приборе PerkinElmerTMA 4000. Для проведения анализа данными методами требуется проба диаметром 5 мм и толщиной не более 2 мм. Проведенные исследования показали, что при таком размере отбираемой с поверхности металлических образцов пробы покрытия не нарушается ее огнезащитная эффективность, при вспучивании в результате термического воздействия места взятия проб нивелируются.

Метод дилатометрии применялся с целью определения коэффициента термического расширения исследуемых образцов интумесцентных покрытий (коэффициента вспучивания). Он определяется как отношение толщины пенококса после вспучивания к исходной толщине покрытия.

Результаты дилатометрического анализа отобранных образцов огнезащитных покрытий DEF-521 и Термобарьер-2 (после искусственного старения на 1, 12 и 36 месяцев) представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты дилатометрического исследования интумесцентного покрытия DEF-521

№ п/п	Период искусственного старения, месяц	Толщина исходных покрытий, мм	Коэффициент вспучивания
1	1	1,88	2,15
2	12	1,58	2,58
3	36	1,99	2,47

Таблица 2 – Результаты дилатометрического исследования интумесцентного покрытия Термобарьер-2

№ п/п	Период искусственного старения, месяц	Толщина исходных покрытий	Коэффициент вспучивания
1	1	1,58	1,94
2	12	1,12	3,2
3	36	1,52	1,65

Наблюдается большой разброс получаемых значений дилатометрического анализа. Возможно, что оценки огнезащитных характеристик покрытия по измерению толщины его слоя после нагрева требуется более тщательно подходить к способу пробоотбора и размеру исследуемых проб.

Синхронный термический анализ включал в себя дифференциально-сканирующую калориметрию и термогравиметрию. Использовался корундовый тигель с крышкой. Температурная программа: диапазон температур 30-1000 °С, скорость нагрева 10 °С/ мин, атмосфера - воздух. Данный метод широко применяется для исследования полимерных материалов и лакокрасочных покрытий [2,3].

В результате сравнения полученных термограмм покрытия DEF-521 искусственно состаренного на 1, 12 и 36 месяцев было установлено, что при увеличении сроков эксплуатации снижается температура начала процесса вспучивания покрытия, при этом наблюдается увеличение потери массы образца в ходе данного процесса. Наблюдается сдвиг всех температурных показателей на термогравиметрической кривой. Это свидетельствует о снижении термостабильности образца ЛКП. По мере увеличения срока искусственного старения уменьшается остаточная масса образцов, что может свидетельствовать о миграции из покрытия целевых добавок. Также снижается скорость процессов образования вспученного слоя. Данный процесс характеризуется двумя основными этапами и для них обоих наблюдается снижение скорости потери массы, что фиксируется на кривых дифференциального термогравиметрического анализа (ДТГ) (рисунок 1).

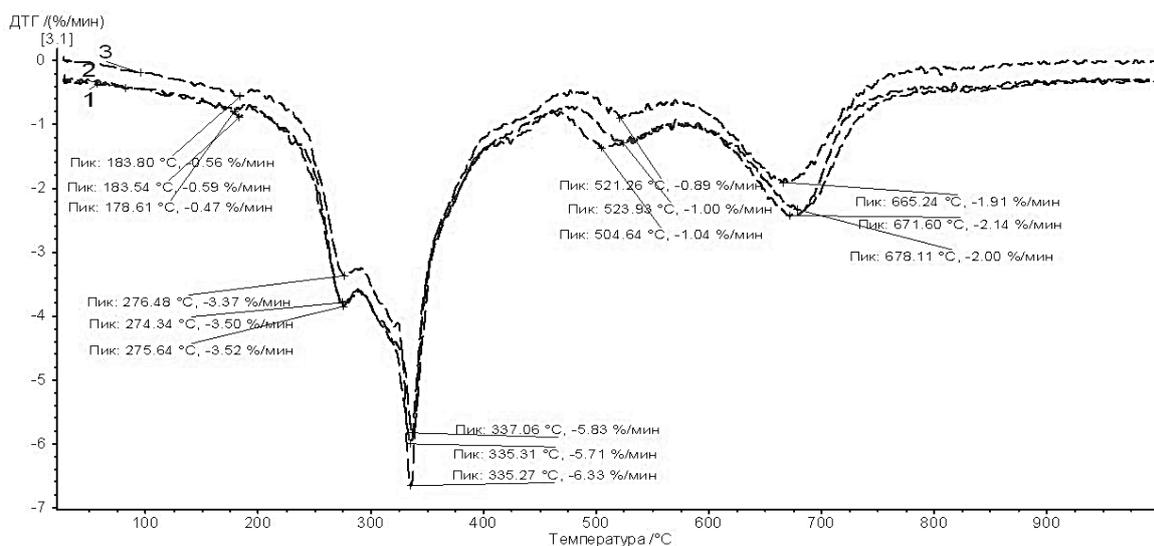


Рисунок 1 – Кривые ДТГ образцов интумесцентного лакокрасочного покрытия DEF-521 подвергнутого искусственному старению на 1, 12 и 36 месяцев, кривые 1, 2 и 3 соответственно

Для покрытия Термобарьер-2 наблюдается также снижение остаточной массы, при этом на кривых ДТГ наблюдается увеличение скорости потери массы материала при образовании пенококса. В данном случае процесс имеет более сложный характер по сравнению с импортным образцом. На кривых ДТГ наблюдается не только изменение скорости процессов на всех этапах разложения покрытия, но и вид кривой, что говорит о неоднородности состава исследуемых покрытий (рисунок 2).

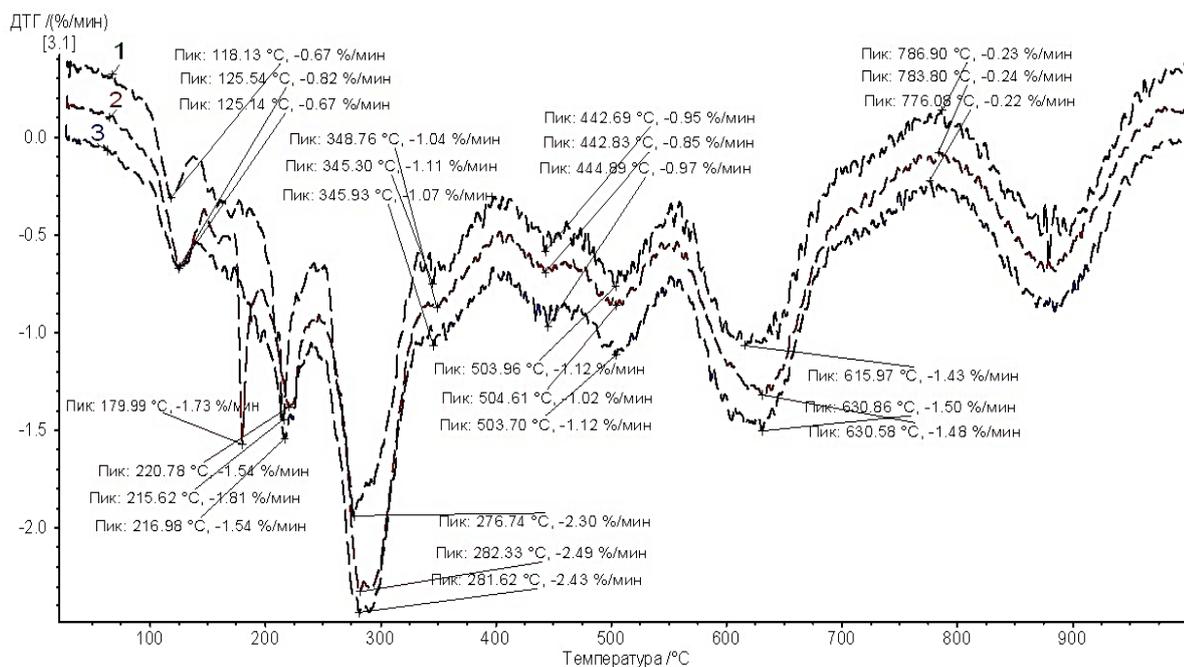


Рисунок 2 – Кривые ДТГ образцов интумесцентного лакокрасочного покрытия Термобарьер-2 подвергнутого искусственному старению на 1, 12 и 36 месяцев, кривые 1, 2 и 3 соответственно

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что для профилактической оценки эффективности нанесенных на металлические конструкции интумесцентных покрытий в период их эксплуатации целесообразно использовать метод синхронного термического анализа, основанный на изучении изменений свойств, связанных с компонентным составом материала. В этом случае даже при относительно небольшом сроке эксплуатации видны закономерные изменения, на основе которых можно предложить численные критерии оценки огнезащитной эффективности интумесцентных покрытий. Следует отметить, что применение данного метода исключает нарушение целостности покрытия и не предполагает особых требований к размеру и форме исследуемых проб, а, следовательно, и к этапу пробоотбора.

## Литература

1. ГОСТ Р 53295-2009 Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности. – М.: Стандартинформ, 2009. – 22 с.
2. Огнезащитные вспучивающиеся лакокрасочные покрытия / А.В. Павлович, А.С. Дринберг, Л.Н. Машляковский – М.: ООО «Издательство «ЛКП-Пресс»», 2018. – 488 с.
3. ГОСТ Р 51293-99 Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа. – М.: Стандартинформ, 2009. – 23 с.

*Т. Ж. Шахуов, кандидат технических наук  
Б. Ж. Рахметулин, заместитель начальника кафедры  
Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

## **ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ**

Международная конвенция о правах инвалидов [1] и законодательство Республики Казахстан [2] требуют обеспечение равных возможностей для всех граждан, независимо от их физических возможностей. Для получения образования, работы, решения бытовых задач, проведения досуга и реализации других форм социальной активности, необходимо обеспечить доступ и возможность деятельности таких людей в зданиях [3]. Наличие людей с ограниченными возможностями в зданиях обуславливает необходимость обеспечения их безопасности, в том числе пожарной [4]. Для решения задач пожарной безопасности в зависимости от скорости движения людей с ограниченными возможностями, было введено понятие «маломобильные группы населения» и выполнена их классификация [5].

Маломобильные группы населения (МГН) - люди, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении, получении услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве. К маломобильным группам населения для целей настоящего свода правил здесь отнесены: инвалиды, люди с ограниченными (временно или постоянно) возможностями здоровья, люди с детскими колясками и т.п. Очевидными особенностями поведения таких людей при пожаре являются:

- сложности в восприятии сигналов о пожаре и более продолжительный этап подготовки к эвакуации,
- затрудненность оповещения окружающих людей и пожарной охраны;
- низкая скорость передвижения (см. рис. 1.1 и 1.2) и высокая утомляемость;
- сложности при движении по наклонным видам пути (лестницы и пандусы) и существенное влияние конструктивных особенностей эвакуационных путей и выходов на возможность их преодоления (пороги, перепады высот, запорная арматура эвакуационных выходов и т.п.).

Средняя скорость людей без  
ограничения  
мобильности  $V=100$  м/мин

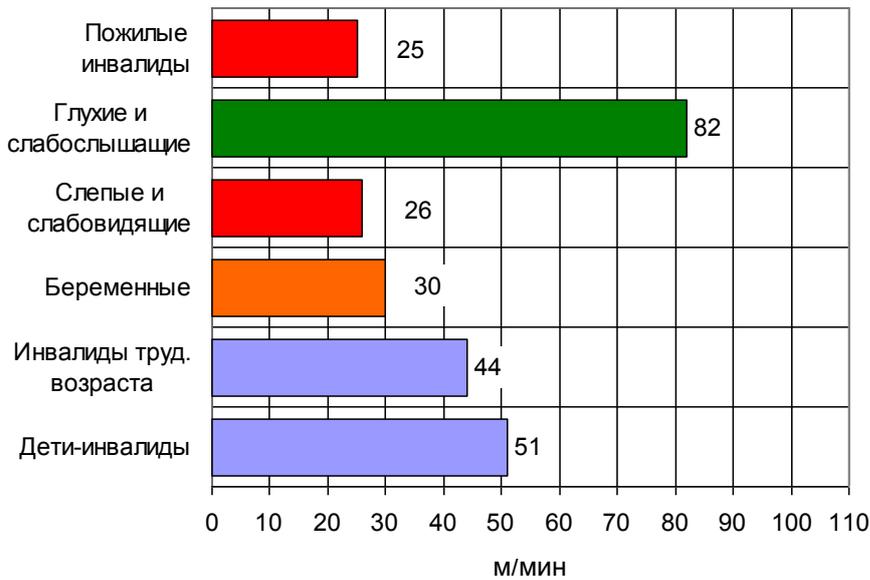


Рисунок 1.1. - Средние скорости свободного (окружающие люди не создают помех движению) движения людей с ограниченными возможностями по горизонтальному участку пути

Средняя скорость людей  
без ограничения  
мобильности  $V=100$  м/мин

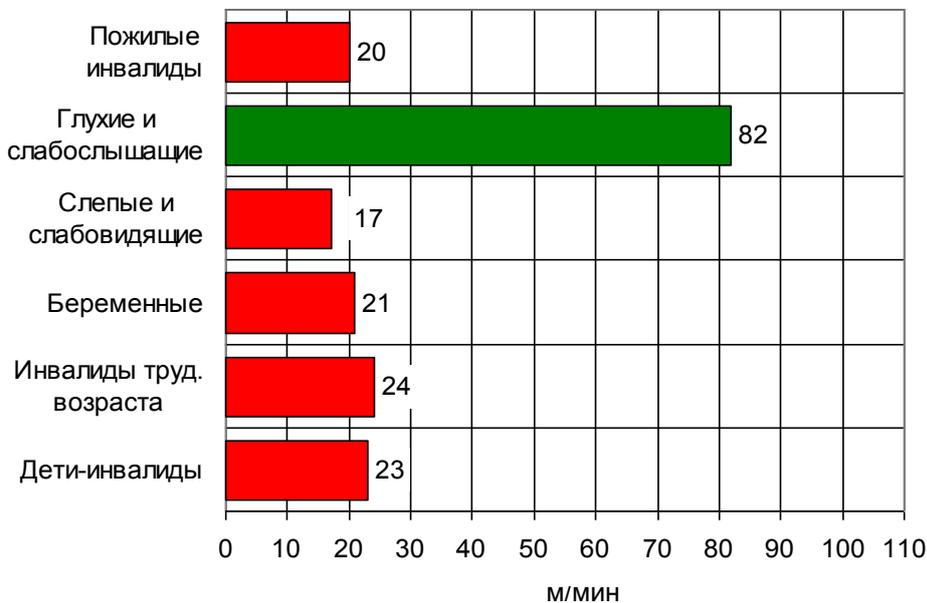


Рисунок 1.2. Средние скорости свободного (окружающие люди не создают помех движению) движения людей с ограниченными возможностями по лестнице вниз

Повышенная уязвимость маломобильных граждан, требования законодательства по их защите в случае пожара, отсутствие материалов,

необходимых для подготовки ответственного персонала и говорит об актуальности исследования данной темы.

### Литература

1. О ратификации Конвенции о правах инвалидов [Электронный ресурс]: Закон Республики Казахстан от 20 февраля 2015 года № 288-V ЗРК // Эдилет: Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. – Электрон дан. – 2020. – <http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1500000288>.

2. О социальной защите инвалидов в Республике Казахстан [Электронный ресурс]: Закон Республики Казахстан от 13 апреля 2005 года N 39. // Эдилет: Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. – Электрон дан. – 2020. – [http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z050000039\\_](http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z050000039_)

3. Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан [Электронный ресурс]: Закон Республики Казахстан от 16 июля 2001 года № 242. // Эдилет: Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. – Электрон дан. – 2020. – [http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z010000242\\_](http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z010000242_)

4. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 23 июня 2017 года № 439. Об утверждении технического регламента "Общие требования к пожарной безопасности"

5. Свод правил: СП 3.06-101-2012 «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения». С. 62.

УДК 614.841

*У. Энхтайван, uugaa\_1838@yahoo.com  
Академия ГПС МЧС России, г. Москва*

### **РАСЧЁТ ИНТЕГРАЛЬНОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ (ЮРТАХ) МОНГОЛИИ**

Территория Монголии находится в Центральной Азии, граничит с Россией на севере и с Китаем на востоке, юге и западе. По размерам территория Монголии занимает 18 место в мире. Страна имеет площадь 1564116 км<sup>2</sup> [1].

2018 году в 21 АТЕ Монголии проживало 3,2 млн чел., в городе Улан-Баторе 1,45 млн. чел из них 41,9% – проживает в высотных жилых домах. По состоянию на 2017 год в жилых районах проживает 386,218 тыс.чел. из них 58,1% проживают в юртах и частных жилых домах [2].

Что такое юрта – это переносное каркасное жилище с войлочным покрытием. Юрта самое удобное и уникальное жилище, она легко переносима

вьючным способом во время кочевок, а войлочная покрышка юрты способна выдержать резкие атмосферные перемены. Если при ночных заморозках брезентовые палатки, особенно во время сырой погоды, становятся грубыми, а при транспортировке в холодную погоду они в изгибах ломаются, то войлочная юрта в этом отношении имеет значительное преимущество (рис 1).

Из статистических данных Департамента по борьбе с пожарами Государственного агентства по чрезвычайным ситуациям (ГАЧС) Монголии следует, что за 2014-2018 гг. в жилых зданиях и сооружениях (юртах) было зарегистрировано 8828 пожаров (44,8% от общего числа пожаров), на которых погибло 255 чел. (99% от общего числа погибших на пожарах), средняя величина риска гибели составила более 2,8 чел. на 100 пожаров.



Рисунок 1 - Традиционное жилище Монголии – войлочная юрта

На рис. 2 представлена динамика риска гибели на пожарах в жилых зданиях и сооружениях (юртах) в период с 2014 по 2018 гг.

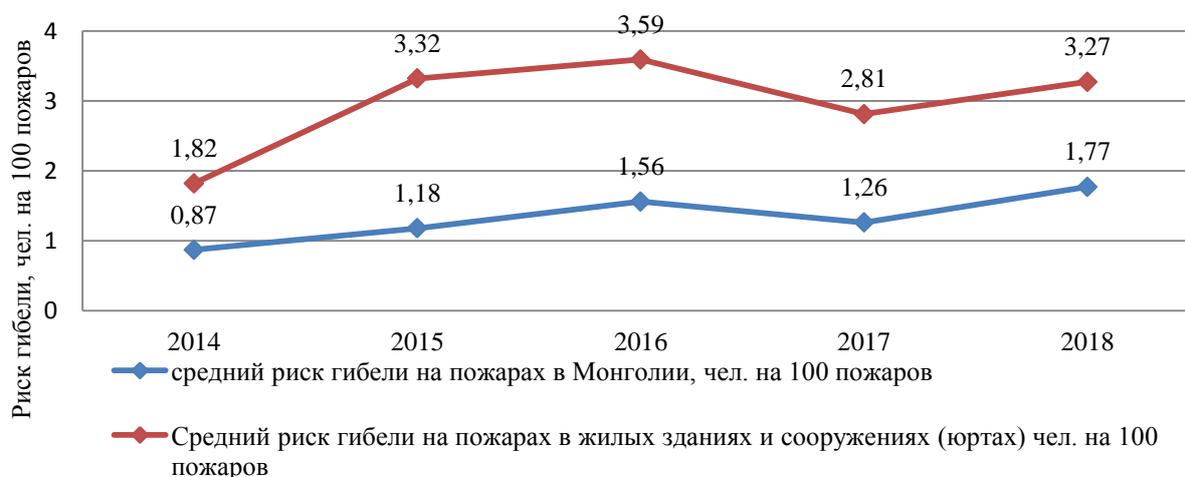


Рисунок 2 - Динамика риска гибели людей на пожарах в Монголии и на пожарах в жилых зданиях и сооружениях (юртах) в период с 2014 по 2018 гг.

Исходные статистические данные, характеризующие пожарную опасность в жилых зданиях и сооружениях (юртах) Монголии [3] представлены в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Основные среднегодовые показатели пожарной опасности в жилых зданиях и сооружениях (юртах) Монголии за 2014-2018 гг

Наименование жилище	Население, чел (жители)	Погибло людей при пожарах, чел	Травмирован о людей при пожарах, чел.	Прямой ущерб от пожаров, туг.
Многоквартирные жилые здания	484907	2	1,2	1011324
Частные жилые дома	854920	18	4	4602651
Юрты	1129926	31,6	8,6	3795325
Прочие	234	-	-	123

Из таблицы 1 видим, что в юртах Монголии за 2014 – 2018 гг. в результате пожаров в среднем за год погибает 32 человека, травмируется 9 человек, а ущерб от пожаров составляет 3,79 млн. руб. В таком случае, используя формулы [4], определяем риск гибели ( $R_G$ ), травматизма ( $R_T$ ) и ущерба ( $R_U$ ) для жителей в юртах:

$$R_G = \frac{N_{\text{погибших}}}{N_{\text{жителей}}} = \frac{32}{1129926} = 2,832 \left[ \frac{\text{жертва}}{10^5 \cdot \text{чел.} \cdot \text{год}} \right]; \quad (1)$$

$$R_T = \frac{N_{\text{травм}}}{N_{\text{жителей}}} = \frac{9}{1129926} = 0,796 \left[ \frac{\text{травм.}}{10^5 \cdot \text{чел.} \cdot \text{год}} \right]; \quad (2)$$

$$R_U = \frac{U}{N_{\text{жителей}}} = \frac{3795325}{1129926} = 3,358 \left[ \frac{\text{денеж., ед.}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right]; \quad (3)$$

А стандартизированные значения имеют вид:

$$R_G^* = \frac{R_G(\text{юрта}) - R_{G, \text{прочие}}}{R_G(\text{юрта}) - R_{G, \text{прочие}}} = \frac{2,796}{2,796} = 1,0 \quad (4)$$

$$R_T^* = \frac{R_T(\text{юрта}) - R_{T, \text{прочие}}}{R_T(\text{юрта}) - R_{T, \text{прочие}}} = \frac{0,761}{0,761} = 1,0 \quad (5)$$

$$R_U^* = \frac{R_U(\text{юрта}) - R_{U, \text{прочие}}}{R_U(\text{чжд}) - R_{U, \text{прочие}}} = \frac{2,833}{4,858} = 0,583 \quad (6)$$

Используя формулу интегрального социально-экономического показателя пожарного риска [4] получим:

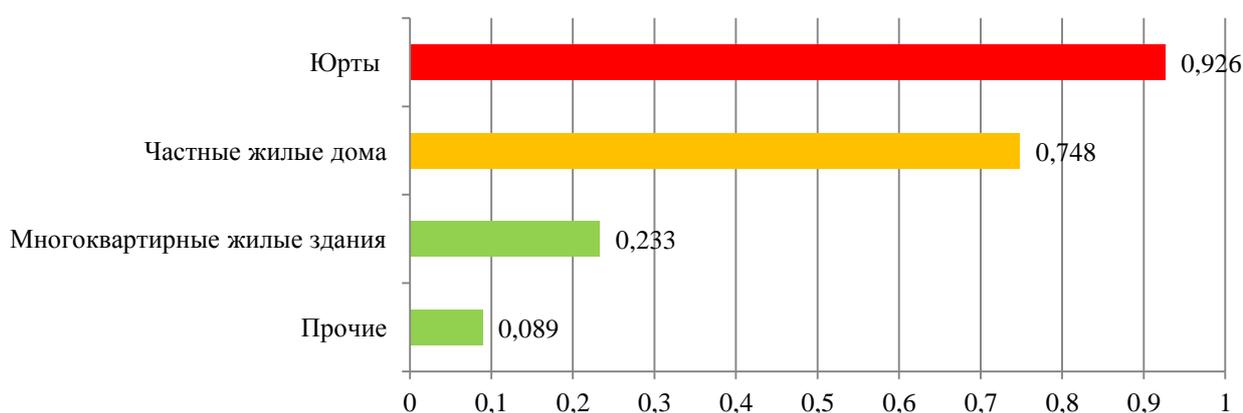
$$R_{\text{юрта}}^{\text{сэ}} = 1,000 \cdot 0,5 + 1,000 \cdot 0,33 + 0,583 \cdot 0,17 = 0,929$$

Аналогичные расчеты проводим и для других жилищ, а полученные результаты заносим в таблицу 2.

Таблица 2. – Результаты расчёта средних интегральных социально-экономических показателей пожарных рисков в жилищах Монголии за 2014-2018 гг.

Наименование жилища	$R_r \cdot 10^{-5}$ [жертва [чел.· год]	$R_T \cdot 10^{-5}$ травм [ $10^3$ чел.· год]	$R_y$ [рублей [чел.· год]	$R_r^*$	$R_T^*$	$R_y^*$	$R_{исэппр}$
Многоквартирные жилые здания	0,412	0,242	2,085	0,147	0,318	0,321	0,233
Частные жилые дома	2,105	0,467	5,383	0,752	0,613	1,000	0,748
Юрты	2,796	0,761	3,358	1,000	1,000	0,583	0,929
Прочие	0,000	0,000	0,525	0,000	0,000	0,089	0,089

По полученным результатам (таблица 2) построен график (рисунок 3), на котором различные жилища ранжированы (распределены) по уровню убывания пожарной опасности ( $R_{исэппр}$ ).



■ [0,75; 1] – Исключительно высокий уровень  
■ [0,5; 0,75] – Высокий уровень  
■ [0,25; 0,5] – Средний уровень  
■ [0; 0,25] – Низкий уровень

Рисунок 3 – График распределения жилищ по пожарной опасности в порядке их убывания (за период 2014-2018 гг.)

Из результатов расчета следует, что исключительно высокий уровень пожарной опасности наблюдался в юртах. Частные жилые дома характеризуется высоким уровнем пожарной опасности, а многоквартирные жилые здания и прочие жилища имеет низкое значение уровня пожарной опасности.

По результатам исследования можно сделать следующий вывод: из различных видов жилищ Монголии юрты относятся к наиболее высокому

уровню пожарной опасности, так как у них самый высокий интегральный социально-экономический показатель пожарного риска ( $R_{исэппр}$ ) и составляет 0,926.

## Литература

1. Статистический сборник Монголии [Электронный ресурс] // Монгольская статистическая информационная служба: сайт – Режим доступа: <http://www.1212.mn/BookLibraryDownload.ashx?url=yearbook2013.pdf&ln=En>.

2. Энхтайван У. Анализ пожарной опасности в жилом секторе Монголии. Научный журнал «Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация» УДК 614.841 DOI 10.25257/FE.2019.1.81-88 с.

3. Энхтайван У. Анализ пожарной обстановки в Монголии в 2013-2017 годах // Материалы Международную научно-практическую конференцию «Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности». М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. С. 230-233.

4. Присяжнюк Н.Л., Энхтайван У. Результаты анализа пожарной статистики и интегральный социально-экономический показатель пожарного риска в жилых зданиях и сооружениях Монголии [Текст] // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2019 – №2. – с. 57–62. DOI 10.25257/FE.2019.1.57–62 с.

УДК 614.841

*Р. С. Яковчук, кандидат технических наук*

*А. Д. Кузык, доктор с.-х. наук, профессор*

*Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности*

### **РАСКРЫТИЕ МЕХАНИЗМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА ПОВЕРХНОСТЬЮ КОНСТРУКЦИЙ НАРУЖНЫХ СТЕН С ФАСАДНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЕЙ С ГОРЮЧИМ УТЕПЛИТЕЛЕМ**

**Введение.** Устройство конструкций наружных стен с фасадной теплоизоляцией с отделкой штукатуркой является довольно распространенным и популярным не только в нашей стране, но и за рубежом. Работы по утеплению могут выполняться как при новом строительстве, так и при реконструкции или капитального ремонта уже существующих зданий. Одним из самых распространенных применений теплоизоляционных материалов является утепление фасадов домов, а значит проблемы, связанные с их пожарной опасностью требуют должного внимания и изучения для уменьшения риска возникновения пожара и его негативных последствий. Примеры пожаров

с распространением огня по фасадных конструкциях зданий указывают на их особую опасность [1]. Эта опасность непосредственно связана с конструктивными особенностями конкретного здания, видом теплоизоляционного материала, который используется и параметрами самого пожара [2].

**Постановка проблемы.** На основе анализа теплофизических характеристик теплоизоляционных материалов можно утверждать, что не все они отвечают требованиям пожарной безопасности. В частности, востребован сегодня в строительстве пенополистирол, который имеет значительные недостатки по показателям пожарной опасности: он является горючим материалом, при пожаре выделяет токсичные продукты, а также значительно повышает пожарную опасность зданий с фасадной теплоизоляцией [3]. Горение полимеров - это сложный физико-химический процесс, он включает в себя процессы тепло- и массообмена, химическую кинетику реакций как в конденсированной, так и в газовой фазах, а также другие факторы [4].

Конструкции внешних стен с фасадной теплоизоляцией с отделкой штукатуркой с использованием материалов тепловой изоляции и отделочного слоя группы горючести НГ могут применяться для зданий и сооружений условной высотой более 47 м без ограничений [5]. В таких фасадных системах в полном объеме обеспечивается выполнение требований пожарной безопасности к наружным ограждающим конструкциям и практически не происходит распространение огня поверхностью. Возникновение и развитие пожара может произойти в результате нарушений требований пожарной безопасности при устройстве фасадных систем тепловой изоляции из горючих материалов из-за несоблюдения или нарушения общих правил устройства и эксплуатации зданий с системами фасадной теплоизоляции наружных стен.

Поэтому значительную актуальность составляют проблемы обеспечения пожарной безопасности конструкций наружных стен зданий с штукатурной фасадной теплоизоляцией, а также разработка организационных и технических мероприятий, направленных на повышение пожарной безопасности таких объектов.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Исследованием проблем пожарной безопасности фасадных систем, в том числе навесных вентилируемых, занимались многие исследователи как отечественные, так и зарубежные.

В работе [6] выполнены исследования пожарной опасности наружных стен с фасадной теплоизоляцией. Авторы считают, что нормативные требования к системам фасадной теплоизоляции и методы определения пожароопасных свойств таких систем, действующих в Украине, не полностью обеспечивают пожарную безопасность зданий в процессе эксплуатации.

В работах [7, 8] обосновываются нерешенные проблемы обеспечения пожарной безопасности фасадных систем, а также несоответствие противопожарных норм современным архитектурным и конструктивным решениям.

В работе [9] получены результаты моделирования распространения пламени по поверхности теплоизоляционных материалов, таких как экструдированный пенополистирол (XPS) и полиуретан. Была зафиксирована скорость тепловыделения для анализа интенсивности горения, где высота пламени записывалась как функция тепловыделения.

**Изложение основного материала.** Для оценки пожарной опасности конкретной штукатурной фасадной теплоизоляционной системы необходимо знать пожарно-технические характеристики горючего материала утеплителя (температура термического разложения, температура воспламенения, скорость распространения огня по поверхности, температура самовоспламенения, температура плавления и т.д.), который применяется в этой конструкции. Эти параметры, главным образом, определяют теплотворную способность единицы массы применяемого материала утеплителя, интенсивность его тепловыделение, а следовательно – пожарную опасность этого вида теплоизоляционного материала. Кроме этого, важное значение имеет анализ и раскрытие особенностей процессов, происходящих при горении теплоизоляционно-отделочной системы наружных стен жилых домов.

Существуют три типичные сценария (рис. 1) распространения огня поверхностью конструкции наружных стен со штукатурной фасадной теплоизоляцией:

1 - в результате теплового излучения на соседнее здание (будет зависеть от нескольких факторов: размеры и форма источника излучения, мощность источника излучения и свойства поверхности которое воспринимает излучения, расстояние между зданиями и т.п.);

2 - переброской огня с очага пожара, находящегося вблизи фасада через прямое действие пламени (пожар мусора на балконе, пожар припаркованных автомобилей в непосредственной близости к дому и др.)

3 - распространение огня из оконного проема здания на верхние этажи в результате интенсивного пожара внутри помещения.

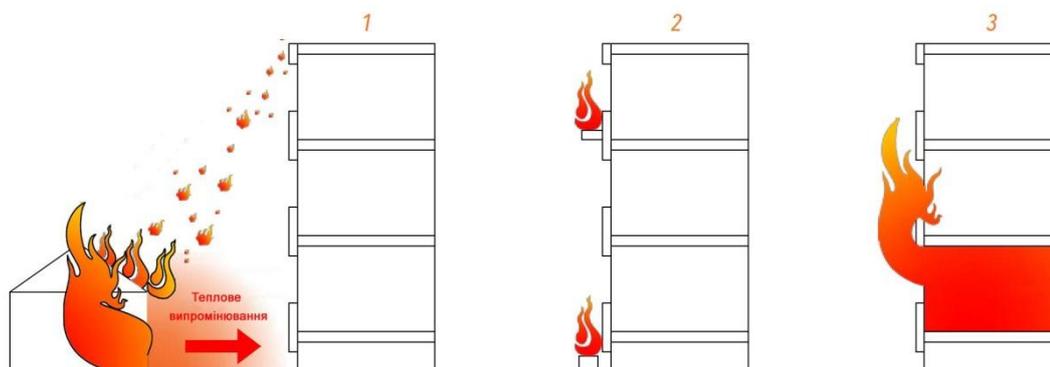


Рисунок 1 - Типичные сценарии распространения пожара поверхностью теплоизоляционно-отделочной системы [10]

Наиболее частыми причинами возгорания систем теплоизоляции внешних стен является перекидывание огня из оконного проема здания в

результате интенсивного пожара внутри помещения. В таких условиях конвективные потоки тепла способны зажечь горючую облицовку наружных стен. После разрушения стекла пламя, которое будет выходить из оконного проема, может достигать высоты до 5 м и более (рис. 2).



Рисунок 2 - Высота пламени, которое выходит из оконного проема при внутреннем пожаре, на моменты времени от начала: а - 1 мин; б - 10 мин; в - 25 мин

На высоту пламени будет влиять скорость воздушного потока, который может образоваться в результате разрушения оконного стекла (рис. 3).

Дальнейшее распространение пожара поверхностью теплоизоляционно-отделочной системы будет зависеть от конструктивных особенностей самой фасадной системы и вида горючего теплоизоляционного материала. Кроме этого, важное влияние на распространение огня будут иметь имеющиеся полости на поверхности фасадной системы (могут возникать в результате разрушения отделочно-защитного слоя при пожаре).

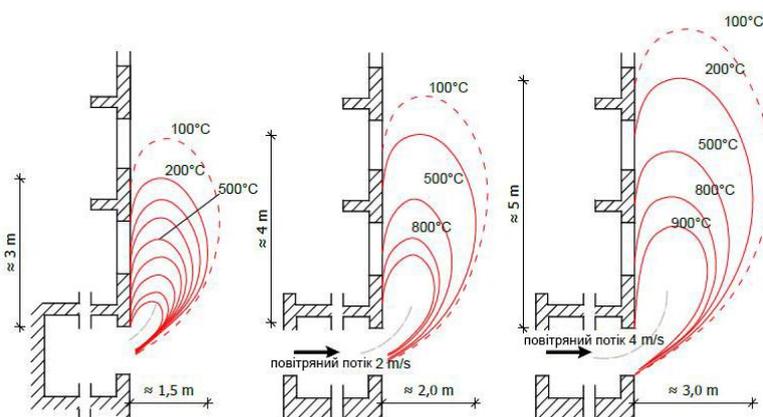


Рисунок 3 - Зависимость высоты и температуры пламени от скорости воздушного потока [10]

При попадании пламени в такую полость возможно быстрое вертикальное распространение пожара «скрыто» под отделочно-защитным слоем фасадной системы. Наличие на фасаде здания отверстий (окна, двери)

создаст условия для увеличения площади пожара путем дополнительного распространения огня внутрь здания в соответствии с описанным выше механизмом.

*В первой фазе* в результате распространения огня через оконный проем высокая температура будет действовать на поверхность теплоизоляционно-отделочной системы фасада. После достижения критической температуры горючий утеплитель (пенополистирол) начнет плавиться, а внутри сборной системы теплоизоляции образуется полость. Также возможно частичное разрушение отделочно-защитного слоя (*вторая фаза*). *В третьей фазе* в образованной полости начнет создаваться избыточное давление газов от пиролиза утеплителя. Газы частично начнут выходить наружу проникая в слой штукатурки, продолжится разрушение отделочно-защитного слоя с образованием и распространением трещин на его поверхности. Под тяжестью расплавленного утеплителя состоится раскрытие и разрушения теплоизоляционно-отделочной системы, а расплавленный теплоизоляционный материал начнет стекать. Из-за этого могут образовываться новые очаги пожара на ниже расположенных этажах. *В четвертой фазе* произойдет полное термическое разложение горючего утеплителя, пламя продолжит распространяться поверхностью фасада, а также внутри теплоизоляционной системы, что приведет к ее полному разрушению.

**Выводы:** Применение конструкций наружных стен с штукатурной фасадной теплоизоляцией с горючим утеплителем значительно повышает их уровень пожарной опасности. Эта опасность будет зависеть как от свойств отдельных материалов (утеплителя, отделочного слоя), так и от конструктивных особенностей всей теплоизоляционной системы и здания в целом.

Для штукатурных систем теплоизоляции фасадов большую угрозу представляет быстрое распространение пожара на выше и ниже расположенные этажи здания, поэтому противопожарные мероприятия должны быть направлены на ограничение распространения огня, предотвращения обрушения горючих обломков конструкций фасада и создание условий для быстрой и безопасной эвакуации людей из горящего здания до прибытия пожарно-спасательных подразделений.

Наиболее частыми причинами возгорания систем теплоизоляции внешних стен является перекидывание огня из оконного проема здания в результате интенсивного пожара внутри помещения. В таких условиях конвективные потоки тепла способны зажечь горючую облицовку наружных стен.

## Литература

1. Теплоізоляційно-оздоблювальні системи фасадів будинків як фактор підвищеної пожежної небезпеки / Р.С. Яковчук, А.Д. Кузик, О.В. Міллер, А.С. Лин // Пожежна безпека: Зб. наук.праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2018. – № 32. – С. 80 – 89.

2. Хасанов И.Р. Тепловые воздействия на наружные конструкции при пожаре // Пожарная безопасность. – 2013. – С. 16-26.
3. Кузиляк В.Й. Пожежна небезпека використання пінопоістиролу як теплоізоляційного матеріалу у будівництві / В.Й. Кузиляк, Р.С. Яковчук, Р.Б. Веселівський // Пожежна безпека: Зб. наук.праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2016. – № 27. – С. 81 – 87.
4. Серков Б.Б. Пожарная опасность полимерных материалов, снижение горючести и нормирование их пожаробезопасного применения в строительстве: дис. ... д-ра техн. наук: 05.26.03 / Борис Борисович Серков – Москва, 2001. – 271 с.
5. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування / Державне підприємство «Укрархбудінформ». – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2018. – 22 с.
6. Новак С.В., Нефедченко Л.Н., Коваленко В.В. Нормативное обеспечение определения пожарной опасности внешних стен с фасадной теплоизоляцией // Науковий вісник УкрНДІПБ. - 2013. - № 2 (28). - С. 39-45.
7. Пожарная опасность навесных фасадных систем / И.Р. Хасанов, И.С. Молчадский, К.Н. Гольцов, А.В. Пестрицкий // Пожарная безопасность. - 2006. № 5. - С. 36-47.
8. Мешалкин Е.А., Барапейчук В.Г. Пожарная безопасность фасадных систем. - 2006. - № 5(51). - С. 90-93.
9. Yanan Hou, Xudong Cheng, Shenyong Liu, Changcheng Liu, Heping Zhang. (2015). Experimental Study on upward Flame Spread of Exterior Wall Thermal Insulation Materials, Energy Procedia, Volume 66, 161-164, ISSN 1876-6102.
10. M. J. Rukavina, M. Carević, I. Banjad. (2017). Pečur aštita pročelja zgrada od požara

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Акжанов Т. К., Мендыбаев А. Ж., Данилов М. М.</i> Эвакуация пострадавшего пожарного.....	3
<i>Асқаров Р.С., Капбаров Е.Е.</i> Елді мекен (аудан) су көздерінің планшетін дайындау бойынша әдістемелік нұсқаулықты әзірлеудің ұсыныстары.....	5
<i>Булат А. С.</i> Современные проблемы газодымозащитной службы.....	8
<i>Благинин С. А., Кочережникова А. О.</i> Пиролитическая хроматография как метод идентификации вспучивающихся огнезащитных покрытий....	10
<i>Богданова Е. М., Марков И. С.</i> Прогнозирование чрезвычайных ситуаций и других происшествий на транспорте: нейросетевой подход.....	12
<i>Волосач А. В.</i> Оценка интенсивности температурного воздействия на ячеистые бетоны.....	16
<i>Галишев М. А., Тарасова Н. С.</i> Предупреждение чрезвычайной ситуации и на объектах нефтеперерабатывающей и нефтедобывающей промышленности на основании результатов парофазного анализа.....	20
<i>Жанмолдин Ж. Г.</i> Жол-көлік оқиғаларын жою кезінде авариялық-құтқару жұмыстарын жүргізу.....	22
<i>Жанмолдин Ж.Г.</i> Өрт техникасының қазіргі заманғы үлгілерін құру әдістемесінің тәсілдері.....	26
<i>Зайкин Р. Г., Галишев М. А.</i> Нормирование допустимого уровня опасного воздействия нефтяного загрязнения в почвах на объектах нефтегазового комплекса.....	30
<i>Зынданұлы Р., Тагинцев Д.</i> Самоконтроль в процессе физической подготовки офицеров гражданской защиты Кокшетауского технического института КЧС МВД Республики Казахстан.....	32
<i>Ивахнюк Г. К., Борисова В. А., Давиденко А.С.</i> Полимерный композиционный материал на основе наномодифицированного эпоксидного связующего как элемент обеспечения техносферной безопасности.....	35
<i>Константинова А. С., Северин С. Н.</i> Экологические вопросы пожаров на полигонах ТБО на примере Ленинградской области.....	38
<i>Коткова Е.А., Матвеев А.В.</i> Возможности применения машинного обучения в исследовании поведения людей в процессе эвакуации.....	41
<i>Кусаинов А. Б.</i> Индексная модель комплексной оценки пожарных рисков городов Республики Казахстан.....	43
<i>Лавренюк Е. И., Мыхаличко Б. М.</i> Эпоксидные покрытия – как эффективные средства огнезащиты древесины.....	47
<i>Мироненко Р.В., Малиновская В.Н.</i> Влияние типа дискового устройства, установленного в компьютер на время компьютерного моделирования при расчете необходимого времени эвакуации для расчета пожарных рисков.....	49
<i>Мусайбеков А. Г., Хабибулин Р. Ш.</i> Пример практического применения разработанной информационной системы на объекте защиты.....	53

<i>Мустафин В. М.</i> Анализ влияния условий в камере сгорания на величину удельного коэффициента дымообразования.....	56
<i>Насыров Р. Р.</i> Пожарная безопасность в культурно-зрелищных учреждениях.....	61
<i>Нұрғалиева С.Т., Батыркулов М.К.</i> Экологиялық білім берудің маңыздылығы.....	63
<i>Осипенко С.И.</i> Влияние концентрации пенообразователя на термическую устойчивость пены.....	67
<i>Пархоменко В.-П.О.</i> Характер изменения прочностных характеристик бетона в условиях пожара.....	72
<i>Пустовалов И. А.</i> Способы повышения огнезащитной эффективности атмосферостойких покрытий систем трубопроводного транспорта нефти в условиях воздействия агрессивных сред.....	74
<i>Разводов М. А., Костылев Д.Н., Тоцкий Д. В.</i> Организационное обеспечение системы мониторинга техносферной безопасности.....	78
<i>Ропов Д. А.</i> Способ предотвращения и тушения пожаров в резервуарном парке ООО "Мытищинская база нефтепродуктов".....	82
<i>Сергушов М. А.</i> Совершенствование оперативно-тактических действий подразделений пожарной охраны по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ на объектах здравоохранения.....	84
<i>Ференц Н.А.</i> Пожарная безопасность Бориславского нефтегазоконденсатного месторождения.....	90
<i>Халиков Р.В.</i> Ионные процессы пламени замкнутых пространств газокompрессорных станций.....	91
<i>Цыбакин Е.С.</i> Анализ обстановки с пожарами на территории ковровского пожарно-спасательного гарнизона ГУ МЧС России по Владимирской области.....	95
<i>Цыганков В.Д.</i> Современные методы расчета влияния ударо-воздушных волн на состояние вентиляционного режима в угольных шахтах при взрыве пылевоздушной смеси.....	99
<i>Шапихов Е.М.</i> Применение современных технологий для определения безопасного расстояния при взрыве аппарата с перегретой жидкостью или сжиженным газом.....	102
<i>Шарапов В.С., Дементьев Ф.А., Уткин С.В.</i> Способ изучения характеристик интумесцентных покрытий металлических конструкций на объектах хозяйствования.....	105
<i>Шахуов Т. Ж., Рахметулин Б. Ж.</i> Особенности поведения маломобильных групп населения при пожаре.....	109
<i>Энхтайван У.</i> Расчёт интегрального социально-экономического показателя пожарных рисков в жилых зданиях и сооружениях (юртах) Монголии.....	111
<i>Яковчук Р.С., Кузык А.Д.</i> Раскрытие механизма распространения пожара поверхностью конструкций наружных стен с фасадной теплоизоляцией с горючим утеплителем.....	115

СБОРНИК  
МАТЕРИАЛОВ МЕЖДУНАРОДНОГО ВИДЕОСЕМИНАРА  
«ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ»

Технический редактор Садвакасова С.К.

Отдел организации научно-исследовательской и редакционно-издательской работы  
Кокшетауского технического института КЧС МВД Республики Казахстан

Публикуется в авторской редакции.

Вся ответственность за подбор приведенных данных, а также за использование сведений, не подлежащих открытой публикации, несут авторы опубликованных материалов.  
Перепечатка материалов возможна только с разрешения редакции.

Адрес: Республика Казахстан, Акмолинская область,  
г. Кокшетау, ул. Акана-Серы, 136,  
ОНИИиРИР КТИ КЧС МВД РК  
тел. 8(7162) 25-58-95  
E-mail: [kti@emer.kz](mailto:kti@emer.kz), [sadvakasova.sk@emer.kz](mailto:sadvakasova.sk@emer.kz)  
[www.emer.kti.kz](http://www.emer.kti.kz)