

Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан

**«ӨРТ ҚАУІПСІЗДІГІНІҢ, ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫҢ
АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ ЖОЮДЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ»**

атты

ХІІ-шы

Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның
тезистер мен баяндамалар жинағы

Сборник тезисов и докладов

ХІІ-ой

Международной научно-практической конференции

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЖАРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»**

Көкшетау - 2021

УДК 614 (063)
ББК 68.9 н
А 43

А 43 Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Сборник тезисов и докладов XII-ой Международной научно-практической конференции. 15 октября 2021 г. – Кокшетау: АГЗ им. М. Габдуллина МЧС РК, 2021. – 292 с.

Главный редактор: **Шарипханов С.Д.**, доктор технических наук, ассоциированный профессор;

Заместитель главного редактора: **Раимбеков К.Ж.**, кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор.

Редакционная коллегия:

Карменов К.К., кандидат технических наук; Альменбаев М.М., кандидат технических наук; Жаулыбаев А.А., кандидат технических наук; Макишев Ж.К., кандидат технических наук; Шахуов Т.Ж., кандидат технических наук; Шуматов Э.Г., кандидат философских наук; Шумеков С.Ш., кандидат педагогических наук.

ISBN 978-601-7978-36-5

В настоящем сборнике содержатся материалы XII-ой Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

Материалы конференции представляют интерес для ученых и специалистов, занимающихся изучением проблем обеспечения пожарной безопасности, регулирования природной и техногенной безопасности, для преподавателей технических вузов, а также для широкого круга читателей, интересующихся проблемами предупреждения и ликвидации аварий, катастроф и стихийных бедствий.

УДК 614
ББК 68.9

ISBN 978-601-7978-36-5

© Академия гражданской защиты
им. Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, 2021

Список литературы

1. Навроцкий, О. Д. Пенообразователи для пожаротушения на основе анионных поверхностно-активных веществ и модифицирующих добавок, повышающих кратность пены: дис. на соиск. ученой степени канд. технич. наук: 05.26.03/ О. Д. Навроцкий. – Минск, 2011. – 169 с.
2. Пенообразователи для тушения пожаров. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.penoobrazovateli.ru. – Дата доступа: 18.07.2021.
3. Гаратин Д. Д., Федоров Г. Ю. Биологическая очистка сточных вод. // Вестник магистратуры. - Минск, 2015. - № 12 (51) – Том 1. – С. 12-14.
4. Неустоев М.М. Экологическая оценка нефтезагрязненных мерзлотных почв и разработка способов их биоремедиации: дис. на соиск. ученой степени канд. биологич. наук: 03.02.08 / М. М. Неустоев. – Якутск, 2015. – 129 с.
5. СОП-1100-2-062. Идентификация выделенных микроорганизмов. ОАО «Несвижский завод медицинских препаратов» – Несвиж, 2016.
6. СОП-1100-2-065. Окраска бактерий по методу Грама. ОАО «Несвижский завод медицинских препаратов» – Несвиж, 2016.
7. СОП-1100-2-051. Порядок работы со стандартными образцами мутности бактериальных взвесей в микробиологической лаборатории отдела контроля качества. ОАО «Несвижский завод медицинских препаратов». – Несвиж, 2015.

УДК 614.8

*Е. В. Тарахно, доктор технических наук, доцент
О. Б. Скородумова, доктор технических наук, профессор
Д. Г. Трегубов, кандидат технических наук, доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины*

ОГНЕЗАЩИТА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ГИБРИДНЫМИ ЗОЛЯМИ SiO₂

Текстильные материалы (ТМ) традиционно остаются одними из самых распространенных материалов, используемых в жизнедеятельности человека. Горючесть - является важной характеристикой текстильных изделий наравне с технологичность, функциональность, ценовой доступностью. Статистические данные о возникновении пожаров в результате возгорания ТМ свидетельствуют, что наблюдается тенденция к их увеличению.

Анализ пожарной опасности объектов в Украине показывает, что наибольшее количество пожаров происходит в сооружениях жилого сектора

(около 80 %), при этом погибает более 90 % лиц от общего количества пострадавших. Гибель людей обусловлена, прежде всего, пожарной опасностью ТМ из-за их легкой воспламеняемости (даже от маломощных источников зажигания), большой скорости распространения горения, сильного задымления и высокой токсичности продуктов термического разложения и горения. Большую опасность горючие ТМ представляют при использовании их в качестве обивочных и отделочных материалов на транспорте, обеспечивающем пассажирские перевозки, в помещениях с массовым пребыванием людей, особенно в домах престарелых, больницах, детских учреждениях.

Несмотря на практическую важность проблемы уменьшения пожарной опасности ТМ и значительные достижения в этой сфере, многие вопросы, связанные с огнезащитой тканей, остаются до сих пор нерешенными. Так, продолжают использоваться огнезащитные средства, которые в своем составе имеют высокотоксичные вещества, дополнительно повышают экологическую опасность материала. Некоторые средства обеспечивают короткий срок огнезащиты тканей и изделий из них.

Поэтому задача обеспечения огнезащиты текстильных материалов без потери ими функциональных свойств и ценовой доступности для широкого применения является актуальной научно-прикладной проблемой в сфере пожарной безопасности.

Целью работы является развитие научных основ создания эластичных огнезащитных покрытий по текстильным материалам путем разработки комплексных гибридных гелей на основе кремнийорганических соединений.

Проанализировано современное состояние вопроса снижения горючести ТМ различного происхождения. Используют основные 2 метода обеспечения пожарной безопасности ТМ: 1) синтез неорганических негорючих или органических трудно горючих термостойких волокон; 2) физическая или химическая модификация расплава волокнообразующих полимеров, природных нитей, поверхностная или объемная обработка тканей или готовых изделий.

Оценены преимущества и недостатки существующих методов и способов огнезащиты ТМ. Среди основных недостатков можно отметить:

- сложность и длительность проведения технологического процесса синтеза негорючих или трудногорючих волокон;
- высокая стоимость и сложное строение некоторых компонентов огнезащитных композиций;
- негативное влияние на физико-механические свойства защищаемых материалов,
- токсичность и негативное влияние на экологию некоторых замедлителей горения или продуктов их термического разложения;
- неудовлетворительные огнезащитные свойства и короткий срок огнезащиты;
- повышенная дымообразующей способностью.

Перспективными замедлителями горения ТМ являются кремнеземистые гелевые покрытия, которые имеют ряд преимуществ, а именно:

- негорючесть,
- водостойкость,
- экономичность и технологичность применения,
- возможность использования для огнезащитного обработки тканей и изделий из них.

Поэтому представляется перспективным разработать новый подход к модификации тканей, который позволил бы в случае использования традиционного золь-гель процесса и простых нетоксичных антипиренов повысить огнестойкость текстильных материалов при сохранении их естественной эластичности, внешнего вида, технологичности нанесения и ценовой доступности.

Изделия из ТМ в процессе эксплуатации многократно подвергаются физико-механическим нагрузкам. Если пленка покрытия будет неэластичною, то деформационные напряжения, возникающие во время механического воздействия, приведут к образованию трещин в покрытии, его отслоению и нивелирует защитное действие таких покрытий. Поэтому получение именно эластичных гелевых покрытий было приоритетной задачей.

Эластичность защитной пленки зависит от степени однородности гелей, их пространственной структуры и толщины защитного покрытия. В свою очередь, эти параметры определяются механизмом и условиями проведения процессов гидролиза кремнийорганического сырья и поликонденсации кремниевой кислоты.

В качестве исходного кремнийорганического сырья были использованы метилтриэтоксисилан, тетраэтоксисилан и технические этилсиликаты. Для получения однородных гелей необходимо разделить во времени процесс гидролиза и поликонденсации, ускорить первую реакцию и замедлить реакцию сшивания поликремниевой кислоты.

Исследовали особенности созревания кремнийорганического золя в индукционном периоде [1]. Процесс гидролиза проводили в присутствии различных органических растворителей, при различных концентрациях катализатора и коагулятора, в условиях щелочного и кислотно-основного рН среды, при разном соотношении исходных компонентов. Анализировали также влияние разных температурных режимов проведения процесса гидролиза и коагуляции на структуру получаемого геля.

Структуру полученного геля исследовали с помощью инфракрасной спектроскопии, рентгенофазового анализа, дифференциально-термического анализа, анализировали кислотно-основные свойства поверхности глобул геля.

Результаты физико-химических исследований позволили сделать вывод, что для получения эластичных покрытий наиболее перспективным является проведение холодного гидролиза с использованием в качестве растворителя этанола, в условиях переменного рН системы с проведением поликонденсации при нагревании до 60-80 °С. В этих условиях образуется минимальное количество активных центров на поверхности покрытия, что предотвращает слипание волокон пропитанных тканей, поэтому они не теряют эластичности.

Следующей задачей было определение возможности применения экспериментальных гелей для эффективной огнезащиты ТМ. Основными требованиями к огнезащитным покрытиям по текстильным материалам является эластичность, стойкость к истиранию, водостойкость и огнестойкость.

Гелевое покрытие на ткани практически не видно под микроскопом, потому что представляет собой тонкую прозрачную эластичную пленку, которая прочно закреплена на волокнах ткани. Ткани остаются подвижными и мягкими. Образцы ткани, пропитанные золев, подвергали многократной механической нагрузке: изгибу, истиранию на абразивном диске, и комплексной нагрузке: истиранию и изгибу. По изменению веса до и после механической нагрузки определяли устойчивость к истиранию. Результаты приведены на графике. Потеря массы образца меньше, чем 1,4%. Чем больше слоев покрытия, тем меньше потеря массы.

Огнестойкость обработанных образцов оценивали по площади общего и глубокого термического повреждения, времени начала обугливания, остаточного горения, тления и полного прогорания. Огневые испытания показали, что нанесение двухслойного покрытия кремнеземистого геля обеспечивает снижение площади термического повреждения образца и увеличивает время начала обугливания обработанной ткани.

Было сделано заключение, что огнезащитное действие гелевого покрытия обусловлено образованием силикатной пленки на волокнах ткани, которая частично охлаждает материал за счет протекания эндотермических процессов при тепловом воздействии, а также ограничивает доступ кислорода к поверхности волокон при воздействии открытого пламени.

Исследование огнестойкости тканей, пропитанных кремнеземистыми золями, позволили определить оптимальный режим сушки пропитанных образцов. Резкое нагревание пропитанных образцов до 60-80 °С обеспечивает повышение огнестойкости вдвое за счет более прочного закрепления покрытия на поверхности ткани во время сушки.

Нами предложен механизм закрепления гелевого кремнийорганического покрытия на целлюлозных волокнах ТМ путем образования ковалентных связей между функциональными группами целлюлозного волокна и поликремниевой кислоты [2], что приводит к пролонгированному огнезащитному действию покрытий, повышает время

огнестойкости ткани на 20-30 %, водостойкость покрытия и устойчивость к истиранию.

Учитывая, что гелевое покрытие на волокнах ткани имеет толщину не более 60 мкм и достаточно высокую теплопроводность, нельзя ожидать резкого повышения огнестойкости ТМ в случае использования в качестве защиты исключительно золя кремнийорганического вещества. Поэтому следующей задачей было исследовать эффективность комплексного покрытия с использованием дополнительного нанесения замедлителей горения - антипиренов.

Учитывая экологические проблемы применения фосфорорганических галогенированных антипиренов, был выбран один из самых распространенных и нетоксичных антипиренов - диаммоний гидрофосфат (ДАГФ).

На первом этапе определяли последовательность нанесения кремнийорганического покрытия и слоя антипирена, а также определяли влияние промежуточной стадии сушки каждого слоя покрытия на показатели горючести обработанных образцов. Анализ микроструктуры обработанных образцов материала показывает, что нанесение второго слоя покрытия независимо от очередности на влажную поверхность приводило к получению жесткого покрытия и даже к образованию белого налета, который вредил внешнему виду ткани. Это, на наш взгляд, происходит в результате образования связей между функциональными группами молекул ДАГФ и активными центрами на поверхности кремнийорганического гелевого покрытия, в результате чего волокна ткани, покрытые слоем влажного геля, соединяются между собой, снижая эластичность материала.

В случае промежуточного высушивания каждого слоя покрытия оно было прозрачным, без налета, а ткани не теряли своей мягкости. Предложена схема взаимодействия функциональных групп целлюлозного волокна, гелевого покрытия и ДАГФ [2]. Такое взаимодействие не позволяет протекать реакциям пространственного сшивания волокон между собой. Поэтому оптимальным является метод нанесения раствора антипирена распылением на высушенную поверхность кремнийорганического покрытия.

Принимая во внимание, что золи на основе технических этилсиликатов имеют большую вязкость, для повышения качества пропитки образцов ткани их разводили водой. Огневые испытания образцов ТМ, обработанных комплексным покрытием, показывают, что при повышении концентрации ДАГФ время полного прогорания образцов растет: при использовании 10% - ного раствора - в 4 раза, а в случае нанесения 20%-го раствора - в 8 раз в условиях нанесения ДАГФ пропиткой, и в 20 раз - в условиях разведения золя водой и распыления 20%-го ДАГФ по высушенной поверхности гелевого покрытия.

Проведена оптимизация состава комплексной огнезащитной композиции. Исследовали изменение относительной площади термического повреждения образцов и времени полного прогорания от концентрации

ДАГФ и степени разбавления технического этилсиликата. Зона оптимума является достаточно широкой, что свидетельствует о гибкости технологии получения комплексных покрытий: незначительные отклонения от точного состава и предложенных концентраций растворов не приведет к резкому уменьшению огнестойкости пропитанных тканей.

Таким образом, установлено, что применение комплексных композиций на основе кремнеземистых гелей и антипирена ДАГФ увеличивает степень огнезащиты текстильных материалов, что обусловлено ингибированием процессов окисления, протекающих как в конденсированной фазе (за счет соединений фосфора), так и в газовой фазе (за счет радикалов аммония).

Исследовали также влияние других типов антипиренов на огнезащитные свойства покрытий. В технической литературе имеются сведения об использовании мочевины (карбамида) как азотсодержащей составляющей антипиреновой композиции. Исследовали влияние концентрации раствора мочевины, а также ее соотношение с ДАГФ на огнестойкость пропитанных образцов тканей. Все образцы не загорались во время испытаний и не тлели после удаления источника огня, но при использовании 10 %-ного раствора мочевины на тканях появлялся налет, который частично ссыпался. Поэтому была проведена оптимизация составов огнезащитной композиции, в результате чего было показано, что оптимальным составом антипиреновой композиций является 0,3 % ДАГФ и 0,16 % мочевины.

Исследовали влияние органического азотсодержащего замедлителя горения на огнезащитные свойства комплексного покрытия, полученного на основе технических этилсиликатов. Анализ микроструктуры пропитанных тканей с комплексным антипиреном после огневых испытаний показал, что структура ткани, которая была в зоне действия огня в течение 585 с, не повреждена, она дала некоторую усадку, но достаточно плотная. После испытаний ткань не теряет своей эластичности, после многократного сгибания и разгибания покрытие остается неповрежденным.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что вследствие снижения количества активных центров на поверхности гелевого покрытия, закрепленного на волокнах целлюлозы, использование антипиренов в количестве 0,01-0,1 масс. % приводит к повышению огнезащитного действия комплексных покрытий в 12-20 раз в зависимости от вида текстильного материала и состава антипиреновой композиций.

Анализ динамики развития пожара в ограждении свидетельствует, что текстильные материалы опасны на ранней стадии развития, прежде всего, из-за образования токсичных газообразных продуктов термоокислительному разложения, а также из-за высокой дымообразующей способности. Поэтому следующей задачей было определение эффективности разработанных

композиций с точки зрения снижения дымообразующей способности обработанных тканей.

Исследование процессов дымообразования при термодеструкции образцов непропитанные и пропитанной ткани проводили на лабораторной установке. Определяли динамику изменения температуры поверхности образца, плотность задымления и концентрации в газовой среде SO_2 , NH_3 и CO . В течение 10 минут испытания непропитанный образец ткани полностью сгорал. Пропитанные образцы постепенно подвергались пиролизу без возгорания и тления. Температура образцов не поднималась выше $320\text{ }^\circ\text{C}$. После испытаний они имели высокую эластичность. Использование 20%-го раствора ДАГФ обуславливает значительное снижение плотности задымления (в 3 раза по сравнению с непропитанным образцом), уменьшение газовыделения и температуры поверхности образца.

Таким образом, установлено, что нанесение комплексных композиций на основе кремнеземистых гелей и химически активных замедлителей горения не только замедляет термодеструкцию ТМ за счет протекания эндотермических процессов в гелевом покрытии, замедляет реакции гетерогенного и газофазного окисления за счет протекания процессов коксообразования и ингибирования активных центров пламени, но и способствует подавлению процесса дымообразования при воздействии открытого пламени или теплового воздействия пожара на защищенные покрытия ТМ. Это позволяет предлагать разработанные композиции для огнезащиты ТМ на объектах с массовым пребыванием людей.

На основании сформулированных теоретических положений по огнезащите ТМ комплексными покрытиями разработаны практические рекомендации по выбору рецептуры огнезащитных комбинированных гелевых покрытий, расходов, условий нанесения и сушки, необходимых для эффективной огнезащиты ТМ различного назначения от теплового воздействия пожара или открытого огня.

Для определения соответствия результатов экспериментальных исследований, проведенных на лабораторных установках, достоверности, сделанных на их основе выводов по огнезащитной эффективности разработанных композиций, проводили определение параметров пожарной безопасности обработанных образцов ТМ по стандартным методикам. Установлено, что хлопчатобумажные образцы, пропитанные разработанной композицией, являются: трудно воспламеняющимися, с низкой дымообразующей способностью, трудно горючими, не распространяющими пламя.

Список литературы

1. Skorodumova O., Tarakhno O., Chebotaryova O., Hapon Y. and Emen F.M. Formation of fire retardant properties in elastic silica coatings for textile

materials // Problems of emergency situations: materials and technologies. – 2020. – P. 25 –31.

2. Skorodumova O., Tarakhno O., Chebotaryova O., Bezuglov O., Emen Fatih Mehmet. The Use of Sol-Gel Method for Obtaining Fire-Resistant Elastic Coatings on Cotton Fabrics // Materials Science Forum Submitted. TransTechPublications Ltd, Switzerland: (2021), Vol. 1038, pp 468-479.

УДК 699.853.5; 628.474.762

*З. А. Мансуров¹, доктор химических наук, профессор
С. Д. Шарипханов², доктор технических наук, асс. профессор
Г. Ш. Хасанова², С. Азат¹*

¹РГП «Институт проблем горения» КН МОН РК

²Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС РК

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРИСТО-УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОД-МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ КАЗАХСТАНА В КАЧЕСТВЕ АДсорбЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ ОТ ТОКСИЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Последние десятилетия в Республике Казахстан ознаменовались поиском приоритетных направлений исследований в области адсорбционных технологий композиционных углеродсодержащих материалов. Это нашло отражение в целенаправленном синтезе аллотропных форм углерода (карбинов, фуллеренов, нанотрубок, циркуленов и др.), а также в создании широкого спектра пористых материалов в ряду смешанных (переходных) форм углерода, представляющих практический интерес в качестве адсорбентов, применяемых для очистки газовой смеси от отравляющих веществ, радиоактивной пыли, бактериальных аэрозолей, ядовитых и нейтральных дымов. Пористо-углеродные материалы с его огромной способностью адсорбировать из газовой фазы является уникальным материалом.

В последние годы наука об углероде быстро расширилась и имеет большое значение для понимания пористо-углеродного материала. Эффективное использование пористо-углеродного материала требует знания структуры его пористости, полученной из данных равновесия, а именно распределения микропористости, мезопористости по размерам пор и состава углеродных поверхностей на котором происходит адсорбция, и знание динамики адсорбции, чтобы указать на ее эффективность при промышленном использовании. Успехи последних лет в химии углерода

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Шарипханов С. Д.</i> Приветственное слово участникам конференции.....	3
--	---

ДОКЛАДЫ ПЛЕНАРНОГО ЗАСЕДАНИЯ

<i>Копытков В.В.</i> Оценка биоразложения пенообразователей.....	4
<i>Тарахно Е.В., Скородумова О.Б., Трегубов Д.Г.</i> Огнезащита текстильных материалов гибридными золями SiO ₂	6
<i>Мансуров З.А., Шарипханов С.Д., Хасанова Г.Ш., Азат С.</i> Использование пористо-углеродных материалов на основе углерод-минерального сырья Казахстана в качестве адсорбентов для очистки газоздушных смесей от токсичных соединений.....	13
<i>Меньшиков А.В., Муталиева Л.С., Краденов Д.А., Альчабаев М.С.</i> Принцип законности при расследовании пожаров в Российской Федерации и Республике Казахстан и последствия его нарушения.....	19
<i>Алмазов К., Тарасенко А.</i> Влияние перепада высоты подъема/спуска и геометрии пожарного рукава на давление и скорость движения воды в рукаве.....	24
<i>Дабаев А., Канлыбаев Е.Т.</i> Прогноз землетрясений: план действий в новой реальности.....	27
<i>Кусаинов А.Б.</i> Снижение последствий аварии на магистральном трубопроводе.....	33
<i>Chang Min Seok, Дабаев А.</i> Самоспасатель «SALIX» – залог безопасности.....	35
<i>Ефимов А. А.</i> Модель принятия управленческого решения при эвакуации людей из ТРЦ при пожаре.....	37
<i>Оспанов К.К., Федоров А.В., Шатилов Е.М.</i> Обзор моделей развертывания облачных вычислений для применения в автоматизированных системах оповещения и защиты от пожаров.....	39
<i>Байтурсынов И.К., Белоусов В.Н.</i> Некоторые проблемы проведения государственного контроля в области гражданской обороны в Республике Казахстан.....	43
<i>Кушляев В.Ф., Аграновский А.А., Кушляев Д. В., Юнкина У.П.</i> Разработка предложений по очистке лесонасаждений с радиоактивным загрязнением.....	48

СЕКЦИЯ № 1. ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

<i>Акжанов Т. К., Мендыбаев А. Ж., Данилов М. М.</i> Понятие об аварийной разведке и спасании пожарных.....	60
<i>Баймаганбетов Р.С., Сейдалин М.М.</i> Применение робототехники для тушения пожаров на складах боеприпасов и взрывчатых веществ.....	64