

УДК 614.841.11

А. Б. Сивенков<sup>1</sup>, Е. В. Мельдер<sup>1</sup>, И. О. Федотов<sup>1</sup>,  
М. М. Шахабов<sup>1</sup>, Г. Ш. Хасанова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Академия ГПС МЧС России, г. Москва

<sup>2</sup>Кокшетауский технический институт МЧС Республики Казахстан

## ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ОГНЕЗАЩИТЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы обеспечения пожарной безопасности быстровозводимых каркасных зданий и сооружений различного функционального назначения. Показаны особенности конструктивного исполнения, рассмотрены основные материалы и конструкции быстровозводимых зданий и сооружений, а также их пожарная опасность и особенности поведения в условиях пожара. Представлена информация о наиболее известных технологиях огнезащиты строительных материалов и конструкций с целью обеспечения требуемых показателей пожарной опасности и огнестойкости. Изложены основные проблемы в области применения средств огнезащиты для наиболее используемых в строительстве материалов и конструкций.

*Ключевые слова:* пожарная безопасность, строительство, быстровозводимые здания и сооружения, каркасная система, строительные конструкции, строительные материалы, пожарная опасность, огнестойкость, огнезащита, антипирены.

*Постановка проблемы.* В настоящее время научно-технический прогресс в современном мире переживает период динамичного развития. Главные направления реализации инновационных технологий строительства зданий и сооружений, как крупнейшего сектора реальной экономики в России, Казахстане и других странах мира ориентированы на современную архитектуру, ускорение темпов интенсификации производства, повышение качества строительных материалов, сохранение традиционных историко-культурных ценностей в градостроительстве.

Быстровозводимые здания и сооружения, строительство которых осуществляется с использованием эффективных конструкций – это актуальное направление в современной архитектуре всего мира. Выставочные и торгово-выставочные центры, юрточные, спортивные и промышленные комплексы, различные мобильные сооружения – все это далеко не полный перечень объектов строительства с использованием новых быстровозводимых технологий.

Несмотря на существенные отличительные особенности, такие здания и сооружения в зависимости от функционального назначения могут быть различными, в том числе с точки зрения обеспечения их пожарной безопасности. Так, например, требуемый уровень пожарной безопасности зданий и сооружений культурно-исторического значения согласно пункта 20 Главы 2 [1] заключается в том, что в помещениях данных объектов исключается возможность возникновения и развития пожара, а также воздействие на людей опасных факторов пожара (ОФП) с обеспечением защиты материальных ценностей. При этом в обязательном порядке должны обеспечиваться требования по огнестойкости и пожарной опасности

основных несущих и ограждающих конструкций. Успешность реализации исполнения данных требований во многом зависит от предложенных технических решений, позволяющих исключить возникновение и развитие пожара, а также вероятность образования ОФП.

Традиционные технические решения достижения требуемого уровня пожарной опасности и огнестойкости строительных конструкций связаны с применением различных способов и видов огнезащиты. Важной проблемой в сфере разработки и применения огнезащитных средств является ограниченность исследований эффективности огнезащиты в снижении пожарной опасности различных отделочных и облицовочных материалов, достижению требуемых параметров пожарной опасности и огнестойкости строительных конструкций. Важным сектором изучения различных способов и видов огнезащиты следует считать возможность обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности быстровозводимых зданий и сооружений с массовым пребыванием людей. Поскольку развитие индустрии быстровозводимого строительства связано с возрастающей сложностью и увеличивающейся функциональностью эксплуатируемых и возводимых зданий и сооружений, а также значительным повышением количества людей, одновременно находящихся в помещениях таких объектов, решение вопроса обеспечения их пожарной безопасности представляет значительную актуальность и практическую значимость.

*Результаты исследования и их обсуждение.*

С точки зрения пожарной опасности быстровозводимые здания и сооружения представляют собой совокупность материалов органической и неорганической природы, конструктивно и функционально связанных между собой. Данные материалы, имеющие различную химическую природу, обладают соответствующими показателями пожарной опасности. Наиболее применяемыми материалами в конструкциях быстровозводимых зданий и сооружений, а также сопутствующими отделочными и облицовочными материалами, являются такие как: древесина различных видов и пород, металлы (сталь, алюминий и другие сплавы), текстильные и ковровые изделия, а также полимерные материалы.

Конструктивное исполнение быстровозводимых зданий и сооружений характеризуется каркасной системой с применением традиционных технологий, включающих монтаж строительных конструкций, материалов и узловых элементов. Для наиболее простых в конструктивном исполнении традиционных быстровозводимых зданий и сооружений, так называемых юрт, характерны такие конструктивные элементы как настил пола (сухой древесный пиломатериал), решетчатые стены (кереге), представляющие собой решетки из различных пород древесины (сосна, береза, ива и т.д.), купольные жерди (улуки), стропила (выполнены из древесины, металла), купол юрты в виде шанырака (выполняется из древесины различных пород, светодымовое окно шанырака – тундук (войлочное покрытие круглого завершения юрты), внутренняя и наружная отделка (войлочное покрытие из лучших сортов овечьей шкуры) и другие конструктивные элементы.

Внутреннее убранство юрт традиционно характеризуется декоративной отделкой в виде текстильных и ковровых материалов, а также наличием различной мебели и предметов быта. Размеры юрт могут варьироваться в достаточно широких пределах. Диаметр юрт, используемых в качестве сооружений жилого назначения, как правило не превышает 10 метров (площадь может составлять до 70 м<sup>2</sup>). При этом,

количество находящихся людей внутри такой юрты может достигать 20 человек. Для проведения различных массовых общественных и торжественных мероприятий геометрические размеры юрт могут достигать достаточно больших размеров с постоянным нахождением внутри подобного сооружения одновременно нескольких десятков и даже сотен человек. Технологии быстровозводимых зданий и сооружений охватывают многочисленные сферы жизнедеятельности человека. Благодаря данным технологиям с использованием различных деревянных, металлических и полимерных изделий возможно формирование функциональных модулей жилого, общественного, административного, промышленного, складского и других назначений.

С учетом особенностей применяемых материалов и конструкций современных быстровозводимых зданий и сооружений культурно-исторического значения пожары в помещениях в начальной стадии развития носят нестационарный характер, в особенности это касается помещений с недостаточной вентиляцией, когда не обеспечивается необходимый приток воздуха. К таким относится большинство помещений, где в качестве внутренних материалов отделки используются тканые и ковровые материалы на основе растительных (натуральных) волокон, а также синтетические текстильные материалы.

В случае возникновения пожара в здании или сооружении, как правило, наблюдается достаточно большое количество сопутствующих негативных проявлений, представляющих реальную угрозу для жизни и здоровья человека. Среди таких проявлений можно выделить образование различных токсичных продуктов горения, которые образуются во время пожара. Особенно неблагоприятная токсикологическая обстановка может наблюдаться при горении полимерных материалов, которые получили широкое применение во второй половине прошлого века [2].

Глубокое и всестороннее рассмотрение различных аспектов теории и практики научных подходов в направлении комплексной оценки пожарной опасности материалов и конструкций содержится в трудах Асеевой Р. М., Берлина А. А., Константиновой Н.И., Серкова Б.Б., Смирнова Н.В., Григорьевой М.П. [3 – 5], а также других авторов, в которых рассматриваются новые прогнозные методы оценки пожарной опасности строительных материалов, а также представлены результаты исследований закономерностей их горения и поведения в условиях пожара.

Пожарная опасность применения отделочных материалов на основе целлюлозных волокон таких как хлопок, джут, пенька, лен и т.д. в закрытых помещениях и объемах обусловлена легким воспламенением в случае возникновения пожара, существенной экзотермичностью процессов горения, высокой дымообразующей способностью и токсичностью продуктов горения (выделение диоксида и оксида углерода, а также иных токсикантов).

Для древесины, включающей в свой состав наибольшее количество целлюлозы, деревянных изделий и элементов деревянных конструкций характерны эффекты снижения концентрации кислорода и образование таких токсичных продуктов горения как окись углерода (СО), альдегиды (акролеин и др.), кислотосодержащие вещества и некоторые другие токсиканты, оказывающие значительный токсичный эффект и сильное раздражающее действие, особенно в условиях суммирующего токсичного и высокотемпературного действия на организм человека.

Элементный анализ химического состава целлюлозы в результате теплового или огневого воздействия показал [6], что два конкурирующих механизма термодеструкции целлюлозы протекают на следующих температурных участках:

- от 200 до 280 °С – протекание процесса дегидратации по трем реакциям: внутримолекулярная реакция, внутримолекулярная реакция нуклеофильного замещения и межмолекулярная реакция. Благодаря дегидратации наблюдается повышение термостойкости промежуточных продуктов распада целлюлозы, а также подавляется реакция деполимеризации. В результате дегидратации образуется промежуточный продукт термического разложения – дегидроцеллюлоза. Выход левоглюкозана из хлопковой целлюлозы составляет 47 %, а из дегидроцеллюлозы не превышает 9,3 %. Различия в выходе левоглюкозана обусловлены обширным набором у образца целлюлозы конформеров группы  $\text{CH}_2\text{OH}$  [7];

- от 280 до 400 °С – реакция дегидратации сопровождается процессами декарбонилирования и декарбоксилирования (протекание реакции деполимеризации). Распад макромолекулы целлюлозы происходит по 1,4- $\beta$ -глюкозидным связям с последующей изомеризацией элементарного звена в молекулу левоглюкозана – 1,6-ангидро- $\beta$ ,  $\alpha$ -D-глюкопиранозу [7 – 9].

При термическом разложении шерстяных изделий образуется достаточно плотный дым с образованием цианистого водорода, одного из наиболее опасных токсикантов при горении материалов. Также в определенных условиях выделение цианистого водорода имеет место при горении материалов на основе шелка. При этом выделяются дымовые продукты, вызывающие сильное раздражение дыхательных путей человека. Текстильные материалы на основе синтетических волокон также представляют значительную опасность для человека при горении. Различная химическая природа этих материалов (полиэстер, нейлон, вискоза, ацетатные волокна) определяет особенности их поведения в условиях воздействия пожара. Некоторые из них при воздействии высоких температур склонны к образованию расплава, а для других материалов характерно протекание процессов карбонизации. При горении этих материалов возможна высокая дымообразующая способность и токсичность продуктов горения (выделение диоксида и оксида углерода, а также иных токсичных продуктов горения) [10].

Химическая модификация целлюлозных материалов связана с наиболее эффективным направлением использования антипиренов. Известным для эффективного снижения горючести древесины является применение антипиренов, механизм огнезащитного действия которых направлен на смещение деструкции в сторону образования кокса и уменьшения выхода левоглюкозана. Наиболее эффективными катализаторами данных процессов являются кислоты Льюиса и фосфорсодержащие соединения [11, 12]. Данные соединения могут влиять как на кинетику газофазных реакций, так и на направление твердофазных процессов (К-фаза) деструкции и гетерогенных реакций окисления на поверхности горящего материала [13, 14].

Для различных полимерных материалов выбор замедлителя горения (антипирена) обусловлен химической природой материала, а также физико-химическими процессами, протекающими при его горении. При этом для одной группы полимеров выбранный антипирен может иметь высокую эффективность огнезащиты, а для других материалов эффект огнезащиты может сводиться к

минимуму [15, 16]. Важным при этом является вопрос снижения энергетичности процесса горения материала, снижения дымообразующей способности за счет применения депрессантов дыма, а также интенсивности образования или блокирования различных токсичных продуктов горения таких как хлористый водород, оксиды углерода, сероводород, акролеин и других токсичных веществ.

Реализация химического подхода снижения горючести материалов разных по своей химической природе должна быть направлена на увеличение теплоты газификации, понижение температуры пламени при разбавлении горючей смеси негорючими продуктами термодеструкции, уменьшение скорости газификации летучих горючих продуктов деструкции за счет реализации огнезащитного эффекта.

Для снижения пожарной опасности деревянных и металлических конструкций быстровозводимых объектов в Республике Казахстан применяется большое количество огнезащитных составов, в основном российского и зарубежного производства. Важную роль в становлении направления огнезащиты полимерных материалов в Казахстане еще в советский период сыграли такие ученые как академик Жубанов Б.А. и профессор Гибов К.М. Ими были созданы основы получения эффективных огнезащитных материалов вспучивающегося (интумесцентного) типа. Этому направлению было посвящено многочисленное количество исследований [17 – 23]. Данные огнезащитные системы могут использоваться в виде относительно тонких слоев (до 2-3 мм) и обладают способностью образовывать под действием внешнего теплового потока объемный пенококсовый слой на защищаемой поверхности стальной конструкции.

Технологии применения пеногенных систем возникли в первые десятилетия прошлого столетия. Первый патент на вспучивающееся покрытие был получен исследователем Траммом в 1938 г. [24]. Наиболее активное применение подобных средств огнезащиты началось с 1950 г. в момент интенсивного развития различных отраслей промышленности, в том числе строительной индустрии.

Современные казахстанские исследователи Калмагамбетова А.Ш., Шайкежан А., Абсиметов В.Э. в работах, посвященных оценке эффективности комплексных огнезащитных покрытий для металлических конструкций от коррозии и огня [25, 26] сходятся во мнении, что исследования по получению огнезащитных вспучивающихся составов имеют общие принципы, выражающие связь между ингредиентами при образовании их структур. Как известно, для получения вспучивающихся (интумесцентных) систем необходимы такие ингредиенты как: связующие (пленкообразователи); антипирены, оказывающие при их термическом разложении кислотное или щелочное каталитическое действие; полигидратные соединения, образующие при контакте с кислотой обильный пенококсовый остаток; пенообразователи, усиливающие реакцию антипиренов за счет образования в газовой фазе аммиака, углекислоты и воды; наполнители, стабилизирующие вспененный слой покрытия, образующийся при воздействии на него открытого пламени [27].

Важным при подборе компонентов для огнезащитных композиций является комплекс волокнообразующих минеральных компонентов, способных микроармировать вспученный пенококсовый слой в условиях воздействия пожара. Такие подходы позволяют добиться создания эффективной теплозащиты для конструкций из различных материалов. Вместе с тем, требуют совершенствования основные подходы разработки средств огнезащиты для текстильных и ковровых

изделий, материалов на основе древесины, а также полимеров в плане возможности снижения их пожарной опасности в комплексе по основным пожароопасным свойствам материалов, в том числе снижения интенсивности тепловыделения. Требуется иницирование вопроса создания эффективных огнезащитных технологий для элементов конструкций из алюминия, имеющих незначительную критическую температуру в среднем 250 °С по сравнению со стальными конструкциями. Данные исследования должны привести к разработке технологий эффективных быстромонтируемых огнезащитных материалов.

Большая актуальность уже многие годы не снижается в отношении исследований долговечности огнезащитных материалов для строительных материалов и конструкций, критериальных подходов и методов оценки параметров долговечности. Кроме этого, последние десятилетия активно развивается направление исследований особенностей поведения различных строительных конструкций продолжительного срока эксплуатации в условиях пожара, их пожарной опасности и огнестойкости. Данные исследования свидетельствуют о возможном значительном повышении пожарной опасности и снижении огнестойкости конструкций из различных материалов. Полученные результаты предопределили важное направление исследований в сфере разработки и оценки эффективности огнезащитных материалов для конструкций с учетом срока их эксплуатации. Подобные исследования в отношении различных видов конструкций носят крайне ограниченный характер или фактически отсутствуют, за небольшим исключением. Это работы по созданию эффективных огнезащитных средств для конструкций из древесины, имеющих продолжительные сроки эксплуатации (памятники деревянного зодчества, жилой и общественный фонд со сроками эксплуатации несколько десятков лет, а также другие объекты) [12, 28].

Кроме этого, в настоящее время существует проблема сырьевой базы для производства огнезащитных материалов строительных конструкций. Эта проблема является серьезным препятствием в реализации высокоэффективных огнезащитных технологий в производственных условиях во многих странах мира. Например, имеющиеся в Казахстане предприятия (комбинаты по добыче и переработке меди, полиметаллов и фосфорной руды) производят широкий ассортимент материалов, которые могут применяться в качестве компонентов огнезащитных и антикоррозионных материалов [29]. Доступность и технологичность выпускаемых в настоящее время веществ и соединений (химических замедлителей горения) во многом предопределяет успешность создания высокоэффективных огнезащитных технологий.

#### *Общие выводы.*

Несмотря на большой научный и практический интерес к сфере разработки и применения огнезащиты, остаются важные направления исследований, внимание которых в настоящее время посвящено ограниченное количество научных работ. Значительной проблемой в сфере огнезащиты является то, что при разработке объемно-планировочных и технических решений в случае возникновения пожара наиболее важным является изучение не только архитектурно-строительных особенностей рассматриваемых объектов, пожароопасных свойств строительных и отделочных материалов, конструкций, но и возможности применения различных способов и видов огнезащиты для осуществления комплексного снижения пожарной

опасности материалов и повышения пределов огнестойкости конструкций, а также исключения или снижения вероятности образования опасных факторов пожара в объеме помещений рассматриваемых зданий и сооружений.

На наш взгляд, разработка эффективных огнезащитных технологий должна проводиться с учетом эксплуатационных факторов, долговечности, применения их в различных условиях эксплуатации, а также эффективности при воздействии различных режимов пожара. Этому, несомненно, должны способствовать инновационные химические подходы и технологии, совершенствование методологии оценки и прогнозирования эффективности и долговечности огнезащиты, а также возможность ее нормативного применения для строительных конструкций на основе известных эффективных материалов.

#### Список литературы

1. Технический регламент. Общие требования к пожарной безопасности: утв. Приказом Министра внутренних дел Республики Казахстан от 23 июня 2017 года № 439. – Астана, 2017.
2. Гудым В. И., Назаровец О. Б., Ференц Н. О. Исследование условий возгорания отделочных материалов от электрических проводников нагретым током // Вестник Кокшетауского технического института. – 2015. - № 1 (17). - С. 39-47.
3. Aseeva R. M., Serkov B. V., Sivenkov A. B. Fire Behavior and Fire Protection in Timber Buildings. Germany: Springer Series in Wood Science, Springer. – 2014. - 280 p.
4. Смирнов Н. В. Прогнозирование пожарной опасности строительных материалов // Материалы XVI научно-практической конференции «Крупные пожары: предупреждение и тушение». – Москва: ВНИИПО, 2001. - С. 268-269.
5. Григорьева М.П. Пожароопасное применение напольных покрытий в зданиях с планировкой коридорного типа: дисс. ... к.т.н.: 05.26.03. – Москва, 2018. – 154 с.
6. Целлюлоза и ее производные. Том 2. / под ред. Н. Байкыза, Л. Сегала - М.: «Мир», 1974. – 510 с.
7. Термо-, жаростойкие и негорючие волокна / под ред. А.А. Конкина. – М.: Химия, 1978. – 424 с.
8. Асеева Р. М., Серков Б. Б., Сивенков А. Б. Горение древесины и ее пожароопасные свойства. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. – 262 с.
9. Берлин Ал. Ал. Горение полимеров и полимеры пониженной горючести // Соросовский образовательный журнал. – 1996. - № 9. – С.57 – 63.
10. Воробьев В.А., Андрианов Р.А., Ушков В.А. Горючесть полимерных строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1978. – 224 с.
11. Демехин В. Н., Лукинский В. М., Серков Б. Б. Пожарная опасность и поведение строительных материалов в условиях пожара. – СПб.: ООО «Ковэкс», 2002. – 142 с.
12. Покровская Е.Н. Механизм огнезащитного действия фосфорсодержащих соединений применительно к древесно-целлюлозным материалам. – М.: Химия древесины. – 1991. - № 4. – С. 91-94.
13. Маковский Ю.Л. Огнезащита древесных материалов эфирами фосфористой кислоты: дисс. ... к.т.н. / Московский инженерно – строительный институт им. Куйбышева. - Москва, 1992. – 138 с.
14. Коршак В. В. Термостойкие полимеры. – М.: Наука, 1969. – 411 с.
15. Кодолов В. И. Горючесть и огнестойкость полимерных материалов. – М.: Химия, 1976. – 157 с.

16. Асеева Р. М., Заиков Г. Е. Снижение горючести полимерных материалов. – М.: Знание, 1981. – 64 с.
17. Clark K. J., Shimizu A. B., Richsland K. E., Moyer C. B. Analytical modeling of intumescent coating thermal protection system // JP-5 Fuel Fire Environment. Aerotherm Final Report № 76-101. Aerotherm Division. Acurex Corp. Mountain View. California, 1974.
18. Cagliostro D. E., Riccitiello S. R., Clark K. J., Shimizu A. B. Intumescent coating modeling // J. Fire Flammab. - 1975. - V. 6. - P. 205-221.
19. Гибов К. М., Жубанов Б. А., Довличин Т. Х., Мамлеев В. Ш. О механизме огнезащитного действия вспенивающихся полимерных покрытий // Труды Международной конф. «Nehorlavast Polymernych Materioloov». - Братислава, 1976. - С. 69.
20. Гибов К. М., Шаповалова Л. Н., Жубанов Б.А. Процессы массопереноса продуктов пиролиза через карбонизированный слой при горении полимеров // Тез. I Всесоюзный симпозиум по макрокинетике и химической газодинамике. - Черногловка, 1984. Т. 1. – С. 4.2.с.4.
21. Гибов К. М., Жубанов Б. А., Никитина И. И., Кан А. А. Огнезащитные вспенивающиеся покрытия // Тезисы микросимпозиума «Flammability of polymers». Smolenice, 1985. - С. 20.
22. Гнедин Е.В., Козлова Н. В., Гитина Р.М. и др. Стрoение пенококсов, образующихся при пиролизе и горении полимеров, содержащих вспучивающие системы антипиренов // Высокомолекулярные соединения. – Сер. А. 1991. – Т. 33, № 7. – С. 1568-1575.
23. Решетников И. С, Халтуринский Н. А. Некоторые особенности теплопереноса в пенококсах, образующихся при горении // Хим. физика. - 1997. – Т. 16, № 10. – С. 104-108.
24. Tramm, H., Clar C., Kuhnel P., Schraa W. US Pat. 2, 106, 938 assigned to Ruhrchemie Aktiengeselichalt, Feb. 1938.
25. Калмагамбетова А. Ш., Шайкежан А. К механизму процесса в исследованиях огнезащитных композиционных материалов // Вестник НИИ стрoмпоекта. – 2009. – № 5-6(22). – С.22-26.
26. Пат. РК №14919.2004, МПК: C09K 21/00, C09D 5/18. Огнезащитный вспучивающийся состав для покрытий / Абсиметов В.Э., Калмагамбетова А.Ш.; опубл. 15.10.2004, Бюл. №31.
27. Калмагамбетова А. Ш., Аяпбергенова Б. Е., Дивак Л. А., Тамабаева А. А. Исследование огнезащитных свойств полимерных вспучивающихся покрытий // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. // URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5984> (дата обращения: 15.02.2021).
28. Анохин Е. А. Повышение класса пожарной опасности деревянных конструкций длительного срока эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. – Москва, 2017. – 236 с.
29. Калмагамбетова А. Ш., Аяпбергенова Б. Е., Сейдинова Г. А., Бакирова Д.Г., Тунгышбаева С.Ж. Анализ сырьевой базы Республики Казахстан для производства антикоррозионных и огнезащитных материалов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 3-2. – С. 258-261 / URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33619> (дата обращения: 15.02.2021).

#### References

1. Tekhnicheskij reglament. Obshchie trebovaniya k pozharnoj bezopasnosti: utv. Prikazom Ministra vnutrennih del Respubliki Kazahstan ot 23 iyunya 2017 goda, № 439. – Astana, 2017.



2. Gudym V.I., Nazarov O.B., Ferenc N.O. Issledovanie uslovij vozgoraniya otdelochnyh materialov ot elektricheskikh provodnikov nagretym tokom // Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta. – 2015. - № 1 (17). - S. 39-47.
3. Aseeva R. M., Serkov B.B., Sivenkov A.B. Fire Behavior and Fire Protection in Timber Buildings. Germany: Springer Series in Wood Science, Springer. – 2014.-280 p.
4. Smirnov N. V. Prognozirovaniye pozharnoj opasnosti stroitel'nyh materialov // Materialy XVI nauchno-prakticheskoy konferencii «Krupnye pozhary: preduprezhdenie i tushenie». VNIPO. – Moskva, 2001. - S. 268-269.
5. Grigor'eva M. P. Pozharoopasnoe primeneniye napol'nyh pokrytij v zdaniyah s planirovkoj koridornogo tipa: diss. ... k.t.n.: 05.26.03. – Moskva, 2018. – 154 s.
6. Cellyuloza i ee proizvodnye. Tom 2. / pod red. N. Bajkza, L. Segala - M.: «Mir», 1974. – 510 s.
7. Termo-, zharostojkie i negoryuchie volokna / pod red. A.A. Konkina. – M.: Himiya, 1978. – 424 s.
8. Aseeva R. M., Serkov B. B., Sivenkov A. B. Gorenije drevesiny i ee pozharoopasnye svojstva. – M.: Akademiya GPS MCHS Rossii, 2010. – 262 s.
9. Berlin Al. Al. Gorenije polimerov i polimery ponizhennoj goryuchesti // Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. – 1996, № 9. – S. 57 – 63.
10. Vorob'ev V. A., Andrianov R. A., Ushkov V. A. Goryuchest' polimernyh stroitel'nyh materialov. – M.: Strojizdat, 1978. – 224 s.
11. Demekhin V. N., Lukinskij V. M., Serkov B. B. Pozharnaya opasnost' i povedeniye stroitel'nyh materialov v usloviyah pozhara. – SPb.: OOO “Koveks”, 2002. – 142 s.
12. Pokrovskaya E. N. Mekhanizm ognezashchitnogo dejstviya fosforsoderzhashchih soedinenij primenitel'no k drevesno-cellyuloznym materialam // Himiya drevesiny. – 1991. - № 4. – S. 91-94.
13. Makovskij YU. L. Ognezashchita drevesnyh materialov efirami fosforistoj kisloty: diss. ... k.t.n. / Moskovskij inzhenerno – stroitel'nyj institut im. Kujbysheva. - Moskva, 1992. – 138 s.
14. Korshak V. V. Termostojkie polimery. – M.: Nauka, 1969. – 411 s.
15. Kodolov V. I. Goryuchest' i ognestojkost' polimernyh materialov. – M.: Himiya, 1976. – 157 s.
16. Aseeva R. M., Zaikov G. E. Snizhenije goryuchesti polimernyh materialov. – M.: Znanie, 1981. - 64 s.
17. Clark K. J., Shimizu A. V., Richsland K. E., Moueg S. V. Analytical modeling of intumescent coating thermal protection system // JP-5 Fuel Fire Environment. Aerotherm Final Report № 76-101. Aerotherm Division. Acurex Corp. Mountain View. California, 1974.
18. Cagliostro D. E., Riccitiello S. R., Clark K. J., Shimizu A. B. Intumescent coating modeling // J. Fire Flammab. - 1975. - V. 6. - P. 205-221.
19. Gibov K. M., ZHubanov B. A., Dovlichin T. X., Mamleev V. SH. O mekhanizme ognezashchitnogo dejstviya vspenivayushchih polimernyh pokrytij // Trudy Mezhdunarodnoj konf. «Nehorlavast Polimernyh Materioloov». Bratislava, 1976. - S. 69.
20. Gibov K. M., SHapovalova L. N., ZHubanov B. A. Processy massoperenosa produktov piroliza cherez karbonizirovannyj sloj pri gorenii polimerov // Tez. I Vsesoyuznyj simpozium po makrokinetike i himicheskoy gazodinamike. Chernogolovka, 1984. T. 1. - S. 4.2.s.4.
21. Gibov K.M., ZHubanov B. A., Nikitina I.I., Kan A.A. Ognezashchitnye vspenivayushchiesya pokrytiya // Tezisy mikrosimpoziuma «Flammability of polymers». Smolence, 1985. - S. 20.
22. Gnedin E.V., Kozlova N. V., Gitina R.M. i dr. Stroenie penokoksov, obra-zuyushchih pri pirolize i gorenii polimerov, soderzhashchih vspuchivayushchie sistemy antipirenov // Vysokomolekulyarnye soedineniya. – Ser. A. 1991. – T. 33, № 7. - S. 1568-1575.

23. Reshetnikov I. S, Halturinskij N. A. Nekotorye osobennosti teploperenosa v penokoksah, obrazuyushchihsya pri gorenii // Him. fizika. 1997. – Т. 16, № 10. – S.104-108.
24. Tramm, N., Clar S., Kuhnel P., Schraa W. US Pat. 2, 106, 938 assigned to Ruhrchemie Aktiengeselichalt, Feb. 1938.
25. Kalmagambetova A. SH., SHajkezhan A. K mekhanizmu processa v issledovaniyah ognezashchitnyh kompozicionnyh materialov // Vestnik NIИstromproekta. – 2009. – № 5.– 6(22). – S.22-26.
26. Pat. RK №14919.2004, MPK: C09K 21/00, C09D 5/18. Ognezashchitnyj vspuchivayushchijsya sostav dlya pokrytij / Absimetov V.E., Kalmagambetova A.SH.; opubl. 15.10.2004, Byul. № 31.
27. Kalmagambetova A. SH., Ayapbergenova B. E., Divak L. A., Tamabaeva A. A. Issledovanie ognezashchitnyh svojstv polimernyh vspuchivayushchihsya pokrytij // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2012. – № 2. // URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5984> (data obrashcheniya: 15.02.2021).
28. Anohin E.A. Povyshenie klassa pozharnoj opasnosti derevyannyh konstrukcij dlitel'nogo sroka ekspluatacii: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.26.03. – Moskva, 2017. – 236 s.
29. Kalmagambetova A.SH., Ayapbergenova B. E., Sejdinova G.A., Bakirova D.G., Tungyshbaeva S.ZH. Analiz syr'evoj bazy Respubliki Kazahstan dlya proizvodstva antikorrozionnyh i ognezashchitnyh materialov // Fundamental'nye issledovaniya. – 2014. – № 3-2. – S. 258-261 // URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33619> (data obrashcheniya: 15.02.2021).

А. Б. Сивенков<sup>1</sup>, Е. В. Мельдер<sup>1</sup>, И. О. Федотов<sup>1</sup>, М. М. Шахабов<sup>1</sup>, Г. Ш. Хасанова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ресей ТЖМ МӨҚҚ Академиясы, Мәскеу қ.*

<sup>2</sup>*Қазақстан Республикасы ТЖМ Көкшетау техникалық институты*

## ТЕЗ ҚҰРЫЛАТЫН КАРКАСТЫ ҒИМАРАТТАР МЕН ҚҰРЫЛЫСТАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ ҮШІН ОТТАН ҚОРҒАУ ҚҰРАЛДАРЫН ҚОЛДАНУ

*Аңдатпа.* Мақалада әртүрлі функционалды мақсатты тез құрылатын каркасты ғимараттар мен құрылыстардың өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету сұрақтары қарастырылады. Тез құрылатын ғимараттар мен құрылыстардың негізгі материалдары мен конструкциялары, конструктивті орындаудың ерекшеліктері және олардың өрт қауіпсіздігі мен өрт кезінде әрекет ету ерекшеліктері көрсетілген. Талап етілетін өрт қауіпсіздігі мен өртке қарсы тұрақтылығын қамтамасыз ету мақсатында ең танымал құрылыс материалдары мен конструкциялардың өрт қауіпсіздігінің технологиялары жайлы ақпарат берілген. Құрылыс саласында ең көп қолданылатын материалдар мен конструкциялар үшін оттан қорғау құралдарын қолдану аумағындағы негізгі проблемалар баяндалған.

*Түйінді сөздер:* өрт қауіпсіздігі, құрылыс, тез құрылатын ғимараттар мен құрылыстар, каркасты жүйе, құрылыс құрылымдары, құрылыс материалдары, өрт қауіпсіздігі, отқа төзімділік, өртке қарсы қорғаныс, өртке қарсы заттар.

A. B. Sivenkov<sup>1</sup>, E. V. Melder<sup>1</sup>, I. O. Fedotov<sup>1</sup>, M. M. Shahabov<sup>1</sup>, G. Sh. Khassanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*State Fire Service Academy of EMERCOM of Russia, Moscow*

<sup>2</sup>*Kokshetau Technical Institute of MES of the Republic of Kazakhstan*

## APPLICATION OF FIRE PROTECTION MEANS FOR CONSTRUCTION MATERIALS AND CONSTRUCTIONS OF QUICKLY ESTABLISHED FRAME BUILDINGS AND STRUCTURES

*Abstract.* The article deals with the issues of ensuring fire safety of prefabricated frame buildings and structures for various functional purposes. The features of the design are shown, the main materials and designs of pre-fabricated buildings and structures are considered, as well as their fire hazard and behavior in a fire. Information on the most well-known technologies of fire protection of building materials and structures is presented in order to ensure the required indicators of fire hazard and fire resistance. The main problems in the field of fire protection means for the materials and structures most used in construction are stated.

*Keywords:* fire safety, construction, prefabricated buildings and structures, frame system, building structures, building materials, fire hazard, fire resistance, fire protection, fire retardants.

**Авторлар туралы мәлімет / Сведения об авторах / Information about the authors**

*Андрей Борисович Сивенков* – техника ғылымдарының докторы, профессор, қорғаныс объектілерінің өрт қауіпсіздігінің оқыту-ғылыми кешенінің құрылысындағы өрт қауіпсіздігі кафедрасының профессоры. Ресей, Мәскеу, Борис Галушкин көшесі, 4. E-mail: sivenkov01@mail.ru

*Егор Владимирович Мельдер* – Ресей ТЖМ МӨҚҚ Академиясының адъюнкты. Ресей, Мәскеу, Борис Галушкин көшесі, 4. E-mail: gokamel@yandex.ru.

*Илья Олегович Федотов* – Ресей ТЖМ МӨҚҚ Академиясының адъюнкты. Ресей, Мәскеу, Борис Галушкин көшесі, 4. E-mail: ilafedotov367@gmail.com.

*Майрбек Мусаевич Шахабов* – Ресей ТЖМ МӨҚҚ Академиясының адъюнкты. Ресей, Мәскеу, Борис Галушкин көшесі, 4. E-mail: shahmayrbek95\_95@mail.ru.

*Гүлжан Шарипқызы Хасанова* - Қазақстан Республикасы ТЖМ Көкшетау техникалық институты Жалпы техникалық пәндер, ақпараттық жүйе және технологиялар кафедрасының профессоры. Қазақстан, Көкшетау, Ақан Сері көшесі, 136. E-mail: make\_hasanov@mail.ru.

*Сивенков Андрей Борисович* – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пожарной безопасности в строительстве учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты. Россия, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4, sivenkov01@mail.ru

*Мельдер Егор Владимирович* – адъюнкт Академии ГПС МЧС России; Россия, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4, gokamel@yandex.ru.

*Федотов Илья Олегович* – адъюнкт Академии ГПС МЧС России. Россия, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4. E-mail: ilafedotov367@gmail.com.

*Шахабов Майрбек Мусаевич* – адъюнкт Академии ГПС МЧС России. Россия, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4. E-mail: shahmayrbek95\_95@mail.ru.

*Хасанова Гульжан Шариповна* – профессор кафедры общетехнических дисциплин, информационных систем и технологий Кокшетауского технического института МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акан Серэ, 136. E-mail: make\_hasanov@mail.ru.

*Sivenkov Andrey Borisovich* - Professor of the Department of Fire Safety in the Construction of the Educational and Scientific Complex of Fire Safety of Protected Objects, Doctor of Technical Sciences, Professor; Russia, Moscow, st. Boris Galushkina, 4; sivenkov01@mail.ru.

*Melder Egor Vladimirovich* - adjunct of the State Fire Service Academy of the EMERCOM of Russia. Russia, Moscow, st. Boris Galushkina, 4. E-mail: gokamel@yandex.ru.

*Fedotov Ilya Olegovich* - adjunct of the State Fire Service Academy of the Russian Emergencies Ministry. Russia, Moscow, st. Boris Galushkina, 4. E-mail: ilafedotov367@gmail.com.

*Shahmayrbek Musaevich* - adjunct of the State Fire Service Academy of the EMERCOM of Russia. Russia, Moscow, st. Boris Galushkina, 4. E-mail: shahmayrbek95\_95@mail.ru.

*Khasanova Gulzhan Sharipovna* - Professor of the Department of General Technical Disciplines, Information Systems and Technologies, Kokshetau Technical Institute of the Ministry of Emergencies of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, st. Akan Sere, 136. E-mail: make\_hasanov@mail.ru.