
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 614.841.11

А. Б. Сивенков¹, Г. Ш. Хасанова²

¹*Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Россия*

²*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС
Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

СОСТОЯНИЕ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ КАРКАСНЫХ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ 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. Развитие инновационных технологий строительной отрасли как крупнейшего сектора реальной экономики в России, Казахстане и других странах мира и увеличение темпов возведения каркасных быстровозводимых объектов с использованием эффективных конструкций привело к востребованному применению деревянных, металлических конструкций и конструкций из полимерных композитных материалов в строительной индустрии.

В современных условиях строительство на основе быстровозводимых зданий и сооружений развивается на основе применения строительных систем каркасного типа, популярность которых объясняется отличными техническими и эксплуатационными характеристиками и широкой сферой использования. К ним относятся такие универсальные объекты, как быстровозводимые спортивные комплексы, культурно-развлекательные, производственные объекты, торгово-выставочные центры, юрточные и другие различные мобильные сооружения.

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 Технического регламента Республики Казахстан «Общие требования к пожарной безопасности» [1] заключается в том, что в помещениях данных объектов исключается возможность возникновения и развития пожара, а также воздействие на людей опасных факторов пожара (далее - 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 [2].

Результаты исследования и их обсуждение.

Согласно опубликованным данным на сайте МЧС Республики Казахстан статистика пожаров показывает, что в 2022 году по сравнению с 2021 годом наибольшее количество пожаров и большая доля нанесённого ими материального ущерба приходится на объекты торговли. На рис. 1 показано количество пожаров, произошедших в Республике Казахстан за 2021 и 2022 годы. На объектах торговли было зарегистрировано 391 пожаров (-17,5 %), материальный ущерб составил 264031 тыс. тенге (-25 %). В складских зданиях - 77 пожаров (-17,2 %), материальный ущерб составил 272420 тыс. тенге (+23,8 %).

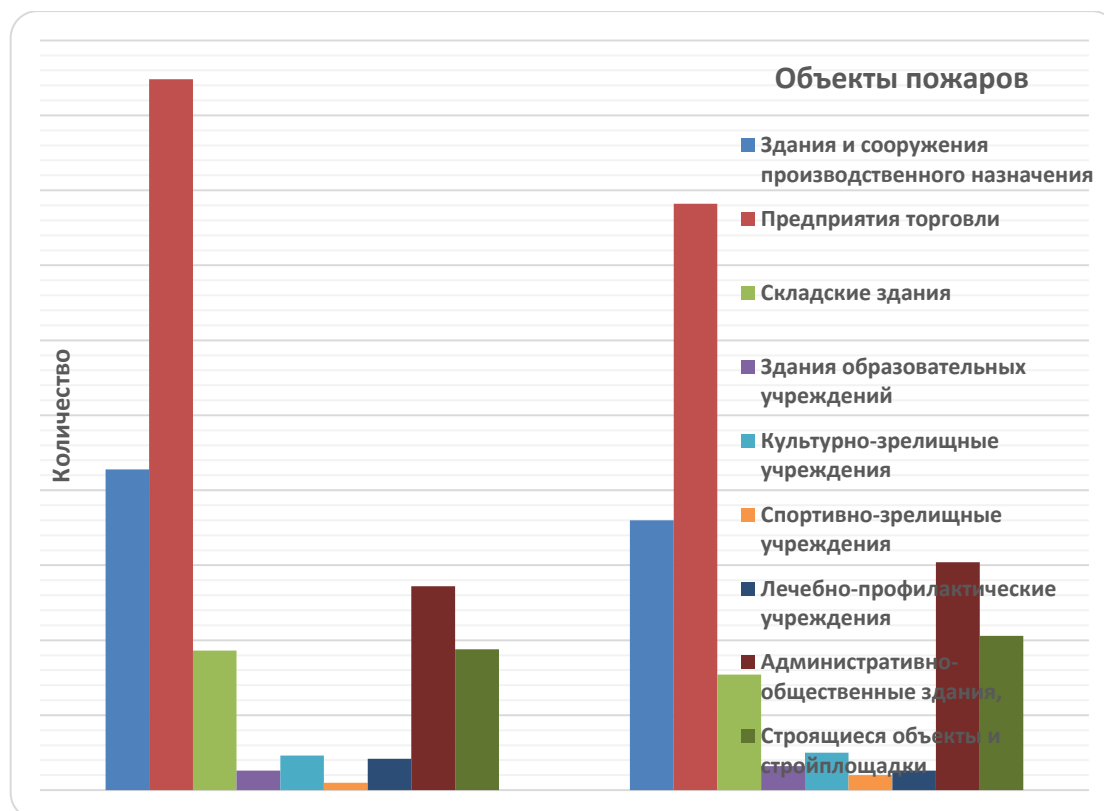


Рисунок 1 – Статистика по количеству пожаров в Республике Казахстан за 2021 и 2022 годы

Анализ зарегистрированных за эти годы пожаров показывает, что снижение предела огнестойкости несущих строительных конструкций таких объектов приводит во многих случаях к его обрушению на большей площади пожара еще до приезда пожарных подразделений.

Рассмотрим воздействие пожара на металлические конструкции на примере пожара, произошедшего в январе 2023 года в городе Алматы Республики Казахстан в складском здании ИП «Есмурзаева» на общей площади 2000 кв. м. Основой сборных железобетонных каркасов являются железобетонные колонны, расположенные с шагом 6 м. Поверх колонн уложена кровля по стальным фермам. В результате развития пожара полностью уничтожены хозяйственные товары, произошло обрушение железобетонных стен и металлических конструкций и перекрытий по всему периметру здания.

Очевидно, что термическое воздействие на строительные конструкции приводит к разрушению материала или изменению их механических характеристик, характерных для каждого вида материала. Величина деформаций зависит от вида строительных конструкций, материала, температуры нагрева конструкции и продолжительности пожара.

В отличие от железобетона, металлокаркас очень быстро нагревается и теряет свою прочность при температурном воздействии свыше 500°C, значительно снижая устойчивость элементов конструкции, а при последующем воздействии высоких температур происходит разрушение здания или сооружения. В связи с этим, в условиях реального пожара возможна гибель людей и потеря имущества. Из чего можно заключить, что деформация металлических конструкций на пожаре связана с интенсивной утратой прочностных характеристик металла при воздействии высоких температур, что в конечном итоге определяет сравнительно низкие пределы огнестойкости (в среднем до 15 минут). Пример деформации железобетонных колонн и металлического каркаса представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Складское здание с железобетонным и металлическим каркасом после пожара

В соответствии с требованиями Технического регламента Республики Казахстан «Требования к безопасности металлических конструкций» металлические конструкции при воздействии открытого огня при пожаре должны сохранять в зависимости от их вида несущую способность и (или) целостность, а в случаях применения огнезащиты также теплозащитную способность в течение установленного времени [3].

Среди широкого обязательного перечня профилактических мер, направленных для обеспечения нормальной эксплуатации всего здания, конструктивная огнезащита металлических конструкций является одним из важных условий безопасности каркасных быстровозводимых зданий. Существуют следующие способы огнезащиты металлических конструкций:

- обеспечение нормативной величины защитного слоя в процессе обетонирования, обкладки кирпичом и оштукатуривания;
- нанесение вспучивающихся (вспенивающихся) составов - красок, мастик, эмульсий;
- устройство теплоизолирующих экранов (листовые и плитные облицовки и экраны).

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 [4, 5] 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 [6].

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 инициирование 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) [7, 8].

Выводы и предложения. Таким образом, закономерности, характеризующие процессы утраты эксплуатационных качеств строительными конструкциями в условиях пожара могут служить основой для построения общих физических моделей, критериев, расчетных схем различных задач огнестойкости, а также выбирать определенные параметры и характеристики материалов и конструкций, контроль и изменение которых может явиться средством оценки состояния и поведения объекта в рассматриваемых условиях [9].

В заключение следует отметить, что для более эффективного применения способов конструктивной огнезащиты для металлических конструкций быстровозводимых зданий и сооружений необходимо крайне серьезно подойти к выбору способа повышения фактического предела огнестойкости и конкретного материала на этапе проектирования, так как любой вариант огнезащиты имеет свою специфику.

Список литературы

1. Технический регламент Республики Казахстан. Общие требования к пожарной безопасности: утв. Приказом Министра внутренних дел Республики Казахстан от 17 августа 2021 года № 405. – Астана, 2021.
2. Сивенков А. Б., Мельдер Е. В., Федотов И. О., Шахабов М. М., Хасанова Г. Ш. Применение средств огнезащиты для строительных материалов и конструкций быстровозводимых каркасных зданий и сооружений // Вестник Кокшетауского технического института. – 2021. – № 1 (41). – С. 47-57.
3. Технический регламент Республики Казахстан. Требования к безопасности металлических конструкций: с изм. 2013-07-23. Утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2008 года № 1353.
4. Калмагамбетова А. Ш., Шайкежан А. К механизму процесса в исследованиях огнезащитных композиционных материалов // Вестник НИИ стромпроекта. – 2009. – № 5.-6(22). – С.22-26.
5. Пат. РК №14919.2004, МПК: С09К 21/00, С09D 5/18. Огнезащитный вспучивающийся состав для покрытий / Абсиметов В. Э., Калмагамбетова А. Ш.; опубл. 15.10.2004, Бюл. № 31.

6. 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: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=5984> (дата обращения: 13.06.2023).

7. Покровская Е. Н. Механизм огнезащитного действия фосфорсодержащих соединений применительно к древесно-целлюлозным материалам // Химия древесины. – 1991. – № 4. – С. 91-94.

8. Анохин Е. А. Повышение класса пожарной опасности деревянных конструкций длительного срока эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. – Москва, 2017. – 236 с.

9. Ройтман В. М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий: – М.: Асс. «Пожарная безопасность и наука», 2001. – 382 с.

References

1. Tekhnicheskij reglament Respubliki Kazahstan. Obshchie trebovaniya k pozharnoj bezopasnosti: utv. Prikazom Ministra vnutrennih del Respubliki Kazahstan ot 17 avgusta 2021 goda № 405. – Astana, 2021.

2. Sivenkov A.B., Mel'der E.V., Fedotov I.O., SHahabov M.M., Hasanova G. SH. Primenenie sredstv ognezashchity dlya stroitel'nyh materialov i konstrukcij bystrovozvodimyh karkasnyh zdaniy i sooruzhenij / Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta. – 2021. – № 1 (41). – S. 47-57.

3. Tekhnicheskij reglament Respubliki Kazahstan. Trebovaniya k bezopasnosti metallicheskikh konstrukcij: s izm. 2013-07-23. Utv. Postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 31 dekabrya 2008 goda № 1353.

4. Kalmagambetova A. SH., SHajkezhan A. K mekhanizmu processa v issledovaniyah ognezashchitnyh kompozicionnyh materialov // Vestnik NII stromproekta. – 2009. – № 5.-6(22). – S.22-26.

5. Pat. RK №14919.2004, МПК: C09K 21/00, C09D 5/18. Ognezashchitnyj vspuchivayushchijsya sostav dlya pokrytij / Absimetov V.E., Kalmagambetova A.SH.; opubl. 15.10.2004, Byul. № 31.

6. 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: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=5984> (data obrashcheniya: 13.06.2023).

7. Pokrovskaya E. N. Mekhanizm ognezashchitnogo dejstviya fosforsoderzhashchih soedinenij primenitel'no k drevesno-cellyuloznym materialam // Himiya drevesiny. – 1991. - № 4. – S. 91-94.

8. Anohin E. A. Povyshenie klassa pozharnoj opasnosti derevyannyh konstrukcij dlitel'nogo sroka ekspluatcii: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.26.03. – Moskva, 2017. – 236 s.

9. Rojtman V. M. Inzhenernye resheniya po ocenke ognestojkosti proektiruemyh i rekonstruiruemyh zdaniy: – М.: Associaciya «Pozharnaya bezopasnost' i nauka», 2001. – 382 s.

А. Б. Сивенков¹, Г. Ш. Хасанова²

¹*Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясы, Мәскеу, Ресей*

²*Қазақстан Республикасы ТЖМ Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы, Көкшетау, Қазақстан*

ОТҚА ТӨЗІМДІЛІКТІ АРТТЫРУ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ ЖАЙ-КҮЙІ МЕН ШЕШІМІ ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ ҚАҢҚАЛЫ ТЕЗ САЛЫНАТЫН ҒИМАРАТТАР МЕН ҚҰРЫЛЫСТАР

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 қаупі, отқа төзімділік, өртке қарсы қорғаныс, өртке қарсы заттар.

A. Sivenkov¹, G. Khasanova²

¹*Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russian Federation*

²*M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

STATUS AND SOLUTION OF PROBLEMS OF INCREASING FIRE RESISTANCE BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES OF FRAME PRE-ERECTED 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.

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

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

Андрей Борисович Сивенков – техника ғылымдарының докторы, профессор, Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясы. Ресей, Мәскеу, Борис Галушкин көшесі. E-mail: sivenkov01@mail.ru

Гүлжан Шәріпқызы Хасанова – Қазақстан Республикасы ТЖМ М. Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы 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, Академия государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, ул. Бориса Галушкина. E-mail: sivenkov01@mail.ru

Хасанова Гүлжан Шариповна – профессор кафедры общетехнических дисциплин, информационных систем и технологий Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана серэ, 136. E-mail: make_hasanov@mail.ru

Andrey B. Sivenkov – Doctor of Technical Sciences, professor, Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Russia, Moscow, 4 Boris Galushkin St. E-mail: sivenkov01@mail.ru

Gulzhan Sh. Khasanova – Professor of the Department of General Technical Disciplines, Information Systems and Technologies of the Civil Defence Academy named by Malik Gabdullin MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akan Sere str. E-mail: make_hasanov@mail.ru