

**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

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.

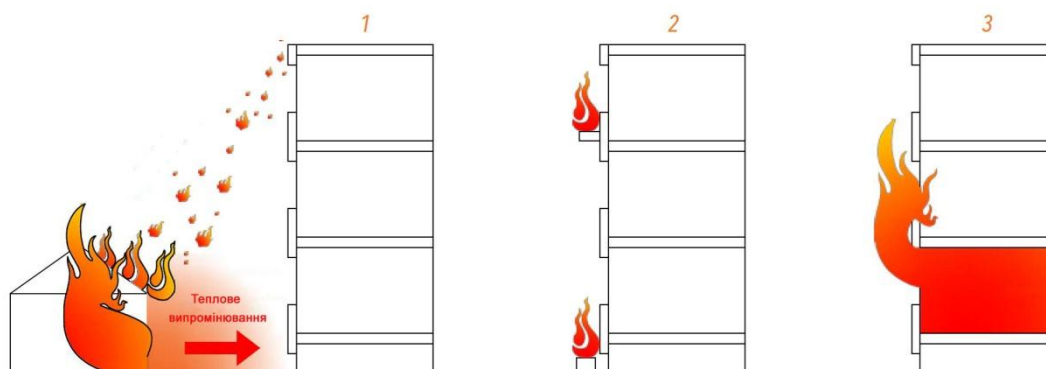


Рисунок 1 - Типичные сценарии распространения пожара поверхностью теплоизоляционно-отделочной системы [10]

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).

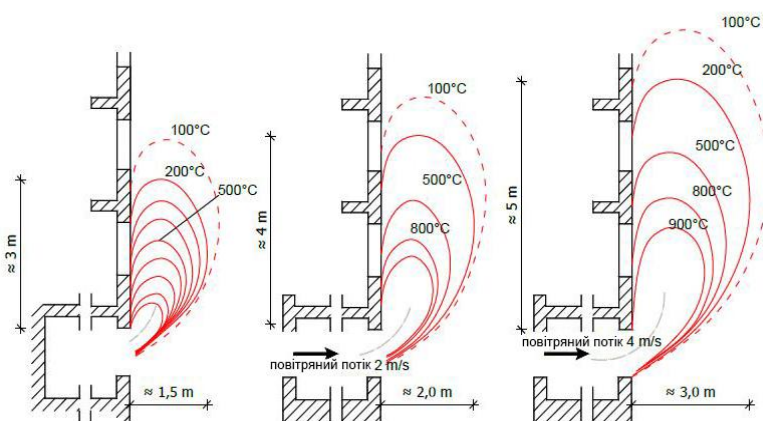


Рисунок 3 - Зависимость высоты и температуры пламени от скорости воздушного потока [10]

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

<i>Насыров Р. Р.</i> Пожарная безопасность в культурно-зрелищных учреждениях.....	55
<i>Нұрғалиева С.Т., Батыркулов М.К.</i> Экологиялық білім берудің маңыздылығы.....	57
<i>Осипенко С.И.</i> Влияние концентрации пенообразователя на термическую устойчивость пены.....	61
<i>Пархоменко В.-П.О.</i> Характер изменения прочностных характеристик бетона в условиях пожара.....	66
<i>Пустовалов И. А.</i> Способы повышения огнезащитной эффективности атмосферостойких покрытий систем трубопроводного транспорта нефти в условиях воздействия агрессивных сред.....	68
<i>Разводов М. А., Костылев Д.Н., Тоцкий Д. В.</i> Организационное обеспечение системы мониторинга техносферной безопасности.....	72
<i>Ропов Д. А.</i> Способ предотвращения и тушения пожаров в резервуарном парке ООО "Мытищинская база нефтепродуктов".....	76
<i>Сергушов М. А.</i> Совершенствование оперативно-тактических действий подразделений пожарной охраны по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ на объектах здравоохранения.....	78
<i>Ференц Н.А.</i> Пожарная безопасность Бориславского нефтегазоконденсатного месторождения.....	84
<i>Халиков Р.В.</i> Ионные процессы пламени замкнутых пространств газокompрессорных станций.....	85
<i>Цыбакин Е.С.</i> Анализ обстановки с пожарами на территории ковровского пожарно-спасательного гарнизона ГУ МЧС России по Владимирской области.....	89
<i>Цыганков В.Д.</i> Современные методы расчета влияния ударо-воздушных волн на состояние вентиляционного режима в угольных шахтах при взрыве пылевоздушной смеси.....	93
<i>Шапихов Е.М.</i> Применение современных технологий для определения безопасного расстояния при взрыве аппарата с перегретой жидкостью или сжиженным газом.....	96
<i>Шарапов В.С., Дементьев Ф.А., Уткин С.В.</i> Способ изучения характеристик интумесцентных покрытий металлических конструкций на объектах хозяйствования.....	99
<i>Шахуов Т. Ж., Рахметулин Б. Ж.</i> Особенности поведения маломобильных групп населения при пожаре.....	103
<i>Энхтайван У.</i> Расчёт интегрального социально-экономического показателя пожарных рисков в жилых зданиях и сооружениях (юртах) Монголии.....	105
<i>Яковчук Р.С., Кузык А.Д.</i> Раскрытие механизма распространения пожара поверхностью конструкций наружных стен с фасадной теплоизоляцией с горючим утеплителем.....	109