

УДК 614.841

И.Р. Хасанов, зам. нач. НИЦ ППИПЧСП, д-р техн. наук, И.С. Молчадский, гл. науч. сотр., д-р техн. наук, проф., К.Н. Гольцов, нач. сектора (ФГУ ВНИИПО МЧС России), А.В. Пестрицкий, зав. лаб. (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)

## ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

Представлены результаты анализа пожарной опасности навесных фасадных систем. Приведены основные положения методики огневых испытаний систем наружного утепления. Рассмотрены данные огневых испытаний вентилируемой навесной фасадной системы. Выявлены особенности пожарной опасности штукатурных систем наружного утепления фасадов и навесных вентилируемых фасадов. Предложены конструктивные решения, повышающие пожарную безопасность фасадных систем. Даны рекомендации по обеспечению пожаробезопасного применения систем наружной теплоизоляции фасадов зданий и по контролю использования фасадных систем, проводимому органами государственного пожарного надзора.

Ил. 5, табл. 2, библиогр.: 16 назв.

### Введение

Технологии наружных фасадных систем утепления зданий в России приобрели большую популярность. За последние 10 лет в нашей стране реализовано более 4 млн м<sup>2</sup> таких конструкций. Навесные фасады имеют хорошие теплотехнические характеристики. Для изготовления этих систем использован широкий спектр облицовочных материалов, предусмотрена возможность круглогодичного монтажа фасадов вне зависимости от климатических условий. Сегодня на российском строительном рынке представлено около 50 компаний, предлагающих потребителям различные варианты навесных фасадных систем [1].

Вместе с тем около 40 % используемых на российском рынке фасадных систем не имеют технических свидетельств и необходимых сертификатов [2]. В фасадах некоторых видов используются горючие материалы, что значительно повышает класс конструктивной пожарной опасности зданий. При этом использование сильнотеплопроводящих утеплителей может привести к быстрому распространению пламени и образованию высокотоксичных продуктов горения. Часто в качестве несущего каркаса применяются алюминиевые профили и элементы, которые при пожаре теряют свое конструктивное назначение, что может привести к разрушению конструкций фасада. Падающие элементы конструкций представляют серьезную опасность для людей, особенно при пожаре в высотных зданиях.

Нередки случаи возгорания конструкций навесных вентилируемых фасадов при их монтаже в результате несоблюдения правил пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Особенно это относится к фасадным системам, в которых для защиты утеплителя используются сгораемые влагонепроницаемые мембраны и кашировки.

### Законодательная база

Общие требования к конструкции фасадных систем устанавливаются СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [3] и приложением к СП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий» [4].

Требования пожарной безопасности, предъявляемые к системам наружного утепления фасадов, в том числе и к навесным системам, регулируются СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [5].

Требования ко всей фасадной системе и каждому ее элементу излагаются в техническом свидетельстве, выдаваемом ФГУ ФЦС Госстроя России.

Основные требования к представляемой документации, а также к материалам в составе фасадных теплоизоляционных систем с воздушным зазором изложены в [6]. В технических рекомендациях [7] содержатся основные положения по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем с воздушным зазором. Рекомендации предназначены для проектных, подрядных и контролирующих органов Москвы.

Действующие нормы пожарной безопасности содержат достаточно жесткие требования к наружным стенам зданий высотой более двух этажей. Так, запрещается использовать горючие утеплители для наружной теплоизоляции стен. Согласно п. 5.19 СНиП 21-01-97\* [5], нормируется класс пожарной опасности

наружных стен с внешней стороны. Однако существующий метод оценки пожарной опасности конструкций [8] не учитывает особенностей возможного развития пожара по наружной поверхности стен зданий.

Опыт испытаний показал, что традиционные методы определения пожарной опасности строительных конструкций недостаточны для оценки их реальной пожарной опасности, возникающей вследствие использования в системах утепления горючих материалов. Эта опасность далеко не всегда определяется пожарно-техническими свойствами применяемых для этих целей материалов, а существенно зависит от конструктивного решения системы теплоизоляции, и при ее оценке приходится использовать критерии, которые не могут быть полностью реализованы при маломасштабных огневых испытаниях [9].

На основе серии натурных огневых испытаний наружных систем утепления специалистами ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко и ФГУ ВНИИПО МЧС России разработан ГОСТ 31251-2003 «Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны» [10], в котором установлены классы пожарной опасности наружных стен зданий с внешней стороны при наличии: систем внешней изоляции, отделки толщиной более 0,5 мм, обкладки и облицовки.

Требования стандарта [10] не распространяются на оценку пожарно-технических характеристик заполнений проемов в наружных стенах, а также наружных стен из светопрозрачных конструкций.

#### Основные положения методики огневых испытаний

В условиях огневых испытаний имитируется тепловое воздействие на фасад здания факела пламени из окна помещения с очагом пожара, при этом учитывается возможное влияние конструкции стены и (или) отделки, а также системы утепления на распространение опасных факторов пожара.

Принятые в стандарте [10] классификация наружных стен зданий с внешней стороны по пожарной опасности и условия испытаний относятся к зданиям, отвечающим следующим требованиям:

а) пожарная нагрузка в помещениях не превышает 700 МДж/м<sup>2</sup> (50 кг/м<sup>2</sup> в пересчете на древесину), а условная продолжительность пожара  $t_n$ , мин, определяемая соотношением (1), не превышает 35 мин:

$$t_n = 0,01G / (A\sqrt{h}), \quad (1)$$

где  $G$  — общее количество пожарной нагрузки в любом помещении с оконным проемом, МДж;  $A$  — общая площадь проемов в помещении, м<sup>2</sup>;  $h$  — средняя высота проемов,  $h = \sum h_i / n$ , м;  $h_i$  — высота  $i$ -го проема, м;  $i = 1...n$ ;  $n$  — число проемов в помещении;

б) расстояние между верхом окна и подоконником окна вышележащего этажа не менее 1,2 м;

в) общее количество горючих материалов, составляющих систему утепления или отделку, не превышает 200 МДж на м<sup>2</sup> поверхности стены без учета площади оконных и дверных проемов.

Принятые параметры характерны практически для всех жилых и большинства общественных зданий. В случае несоответствия зданий (например, склады, библиотеки) принятым значениям принимаются решения о проведении испытаний на фрагментах зданий с учетом требований НПБ 233-96 «Здания и фрагменты зданий. Метод натурных огневых испытаний. Общие требования» [11].

Огневые испытания проводятся на установке, состоящей из печи с открытым проемом, который совместно с фрагментом стены позволяет имитировать оконный проем в наружной стене здания, фрагмента стены и приспособления для крепления фрагмента стены на печи; при этом размеры открытого проема печи должны быть не менее размеров оконного проема фрагмента стены. Фрагмент стены должен быть выполнен из негорючих материалов (бетона, железобетона или кирпича) плотностью не менее 600 кг/м<sup>3</sup> и иметь механические характеристики, позволяющие крепить к нему элементы системы утепления и отделки.

Схема установки со смонтированным образцом системы утепления приведена на рис. 1. Параметры установки выбирались в результате анализа огневых испытаний фрагмента трехэтажного здания и практически совпадают [9].

Условия огневых испытаний с контролируемым температурным режимом не совпадают с условиями испытаний с традиционным температурным режимом, используемым при стандартных испытаниях на огнестойкость и конструктивную пожарную опасность внутренних строительных конструкций [10]. Это связано с тем, что тепловые нагрузки для наружных стен с внешней стороны отличаются от тепловых нагрузок внутри помещения.

Значения тепловой нагрузки на поверхности конструкции контролируются термометрами (датчиками тепловых потоков)  $D1$  и  $D2$  (см. рис. 1) и также являются нормативными параметрами, определяющими условия и результаты испытаний.

Температура  $T$ , регистрируемая термопарой 1 (термоэлектрическим преобразователем), должна соответствовать данным, приведенным в табл. 1.

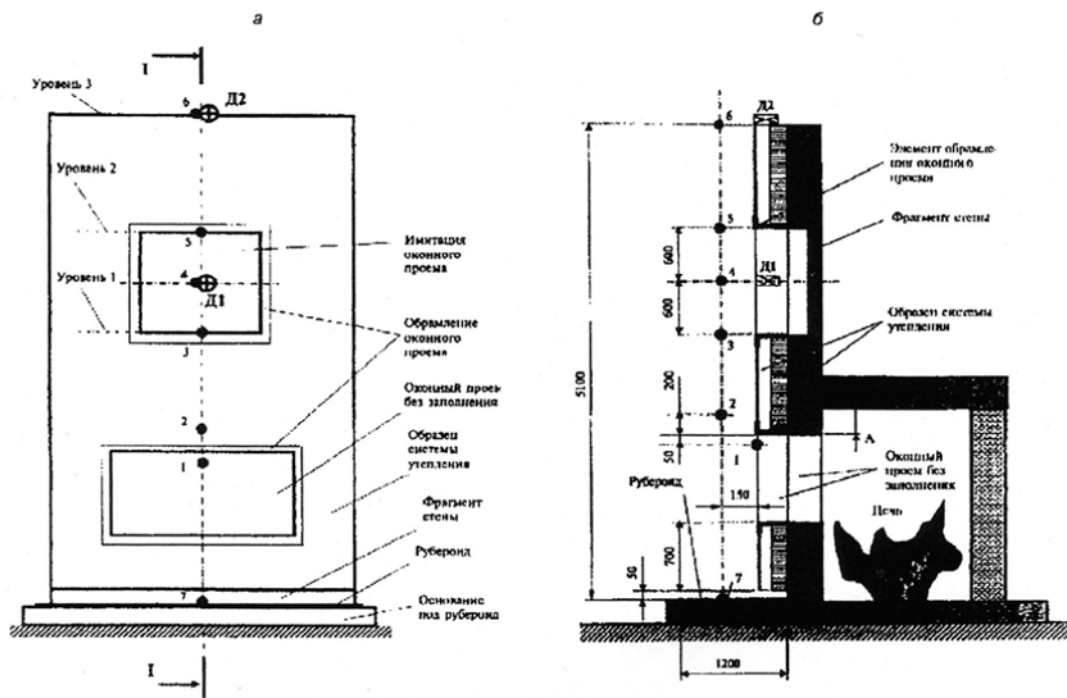


Рис. 1. Схема установки для огневых испытаний с образцом системы утепления:

а – вид спереди; б – разрез

• 1–7 – термопары; Д1 и Д2 – датчики тепловых потоков (тепломеры)

Таблица 1

Нормативные значения температуры при проведении испытаний по ГОСТ 3151-2003

Время $t$ , мин	Температура $T$ , °C	Допускаемое отклонение, %
$0 \leq t < 7$	$100(1 + t) + 20$	$\pm 15$
$7 \leq t < 25$	820	$\pm 10$
$25 \leq t < 46$	$820 - 20(t - 25)$	$\pm 15$

Примечание. За начало отсчета времени испытания ( $t = 0$ ) принимается момент достижения температурой, регистрируемой термопарой 1, значения 120 °C.

Значение температуры, контролируемой термопарой 1, является мерой кинетической энергии газа, выходящего из очага пожара. Тепломерами Д1 и Д2 контролируется та часть энергии газовой среды, которая воздействует на поверхность конструкции, являясь для нее тепловой нагрузкой.

Среднее значение плотности поглощенного теплового потока, регистрируемого тепломером Д1 в непрерывном интервале времени от 7-й до 25-й минуты калибровки, должно составлять  $(12,5 \pm 2,5)$  кВт/м<sup>2</sup> и ни в какой момент испытаний не должно превышать 20 кВт/м<sup>2</sup>.

В процессе калибровки регистрируют условия сжигания топлива, а также показания термопар 1–7 и тепломеров Д1 и Д2. Регистрация показаний термопар и тепломеров при калибровке должна осуществляться не реже, чем через 60 и 10 с (1 и 0,167 мин) соответственно.

Для определения наличия теплового эффекта при испытании конструкций устанавливают контрольные показания термопар 3–6 путем повышения зафиксированных при калибровке показаний на величину допускаемого отклонения, указанного в табл. 1.

По результатам калибровки для тепломеров Д1 и Д2 строят зависимость: «плотность поглощенного теплового потока  $q_{ik}$ , кВт/м<sup>2</sup>, – время  $t$ , мин, от момента начала калибровки» и определяют удельное поглощенное количество тепла  $Q_{ik}$ , кДж/м<sup>2</sup>, по формуле

$$Q_{ik} = 60 \int_{t=0}^{t=45} q(t) dt \approx \sum_{t=0}^{t=45} q_{ik}(t) \Delta t, \quad (2)$$

### Научно-технические разработки

где индекс  $i$  – порядковый номер тепломера,  $t = 0-45$  мин;  $\Delta t$  – интервал времени регистрации показаний тепломеров, мин.

Пожарная опасность навесной фасадной системы определяется:

а) наличием теплового эффекта от горения или термического разложения материалов образца, который выражается в превышении контрольных показаний хотя бы одной из факельных термопар 3–6 (см. рис. 1). При этом учитывают только превышения с непрерывной продолжительностью более 2 мин и в интервале времени от 7-й до 35-й минуты. Определяют интервалы времени, в пределах которых при испытании зафиксированы такие превышения, и рассчитывают значение теплового эффекта  $P_i$ , %, по формуле

$$P_i = \left\{ \frac{\sum_{j=1}^{j=n} 60 \sum_{t_{1j}}^{t_{2j}} [q_i(t) - q_{ik}(t)] \Delta t}{Q_{ik}} \right\} 100, \quad (3)$$

где  $j$  – индекс,  $j = 1 \dots n$ , где  $n$  – количество интервалов времени « $t_{1j} - t_{2j}$ », в пределах которых наблюдается наличие теплового эффекта, зафиксированное факельными термопарами;

б) возникновением вторичных источников зажигания непрерывно в течение не менее 5 с;

в) обрушением хотя бы одного элемента конструкции или его части массой 1,0 кг и более, определяемой как произведение плотности материала, площади его обрушения и толщины;

г) размером повреждения материалов образца.

Системы утепления, отделка и стены, в том числе с системой утепления или отделкой, подразделяются на классы по пожарной опасности в соответствии с данными табл. 2 по наименее неблагоприятному показателю.

Таблица 2

**Определение класса пожарной опасности систем наружного утепления**

Класс пожарной опасности	Наличие теплового эффекта $P_i$ , %	Появление вторичного источника зажигания	Обрушение элементов	Уровень повреждения материалов образца (не выше уровня, указанного на рис. 1, а)
K0	$\leq 5$	Не допускается	Не допускается	1
K1	$\leq 20$			2
K2	$\leq 20$		Не регламентируется	3 (при этом уровне размер повреждения по ширине – не более 100 мм)
K3			Не регламентируется	

### Проведение огневых испытаний

В соответствии с методикой огневых испытаний [10] смонтированная в ФГУ ВНИИПО МЧС России установка для проведения испытаний представляет собой стенд (рис. 2), состоящий из вертикально установленной железобетонной плиты (фрагмент стены) размером 5200×3100×250 мм (высота × ширина × толщина) со сквозным проемом в нижней части (1600×750×250 мм), являющимся огневым проемом, и несквозным проемом в верхней части (1200×1200×100 мм) – имитацией оконного проема. На наружной поверхности фрагмента стены монтируется с соблюдением всех требований технологии образец фасадной системы, при этом проемы в плите оформляются как оконные проемы в ограждающих конструкциях.

В качестве пожарной нагрузки используются 150 кг древесных хвойных пород (бруски сечением 50×50 мм). Для одновременного зажигания всей пожарной нагрузки предусматривается использование керосина объемом 1 л. Началом испытания считается момент достижения значения температуры, регистрируемой термопарой 1, равного 120 °С.

Согласно методике, в очаге и в газовой колонке с внешней стороны фрагмента фасада регистрируются значения температуры при помощи хромель-алюмелевых термоэлектротрансформаторов (термопары 1–7) на поверхности и внутри образца, а также значения плотности поглощенного потока при помощи датчиков теплового потока (тепломеры Д1 и Д2). Регистрация показаний термопар и тепломеров осуществляется не реже, чем через соответственно 60 и 10 с.

В качестве примера приведены результаты измерений параметров при огневых испытаниях навесной фасадной системы «ФиброФасад» с облицовкой из цементно-волоконистых (фиброцементных) листов.

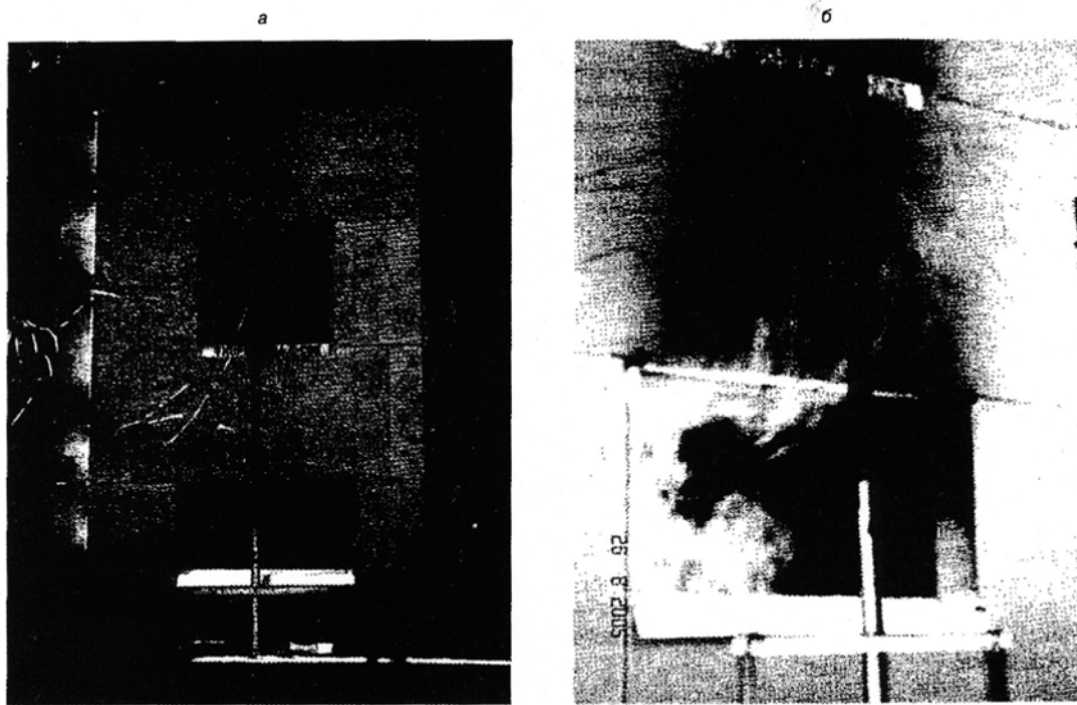


Рис. 2. Установка для огневых испытаний с образцом навесной фасадной системы «ФиброФасад»: а – общий вид; б – фрагмент огневых испытаний

Смонтированный на фрагменте железобетонной стены образец системы вентилируемого навесного фасада представлял собой конструкцию с минераловатным утеплителем, вертикальным каркасом из стальных оцинкованных профилей и облицовкой из фиброцементных плит «Фибрит». Несущая конструкция образца навесного фасада состояла из подвижных кронштейнов и вертикальных П-образных направляющих. Они изготовлены из профилей, выполненных из тонколистовой оцинкованной стали. Для крепления кронштейнов к строительному основанию использовались анкерные крепители – дюбели из углеродистой стали с коррозионно-стойким покрытием.

В образце навесной фасадной системы применялся негорючий утеплитель с двухслойной теплоизоляцией общей толщиной 150 мм. Поверх теплоизоляционного слоя укладывали влаговетрозащитную мембрану (пароизоляция) – ветрогидрозащитную паронепроницаемую пленку марки «Тайвек».

Воздушный зазор в испытывавшемся образце системы навесного фасада «ФиброФасад» составлял в среднем 60 мм. Общая толщина образца системы навесного фасада «ФиброФасад» была равна 220 мм.

На рис. 3 показано изменение в течение эксперимента температуры нагрева в контрольной точке 1 (графическая зависимость ТЭП № 1) газовой колонки на выходе из оконного (огневого) проема образца фасадной системы.

Задаваемый в соответствии с табл. 1 температурный режим определяет изменения температуры газовой колонки. На рис. 4 показано изменение во время испытания температуры нагрева с внешней стороны образца фасадной системы в местах установки термомпар (точки 2–7 на рис. 1). Видно, что самое высокое значение температуры (более 600 °С) достигается непосредственно над оконным проемом (точка № 2) к 20-й минуте. Характер изменения температуры в измеряемых точках в зависимости от времени одинаковый.

Следует отметить, что в точке № 7, расположенной на 0,75 м ниже края оконного проема, температура не превышает 250 °С, а в точке № 6, наиболее отдаленной (3,6 м) от края оконного проема, но расположенной выше этого проема, температура превышает 300 °С.

На рис. 5 приведены показатели плотности тепловых потоков, зафиксированных с интервалом 10 с датчиками теплового потока соответственно Д1 (ДТП № 1) и Д2 (ДТП № 2). Наличие пульсаций объясняется процессами взаимодействия струи, выходящей из огневой камеры, с вертикальной поверхностью и окружающей воздушной средой в процессе сложного теплообмена.

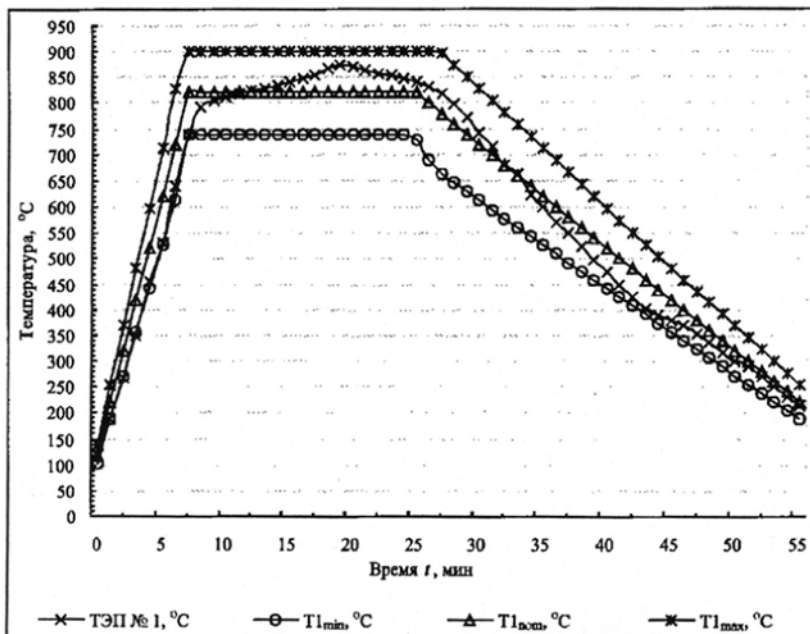


Рис. 3. Изменение в зависимости от времени температуры нагрева в контрольной точке 1 (графическая зависимость TЭП № 1) газовой колонки на выходе из оконного (огневого) проема образца фасадной системы и допустимые границы отклонения температуры в этой точке:

T1<sub>max</sub> – верхняя граница; T1<sub>ср</sub> – среднее значение; T1<sub>min</sub> – нижняя граница

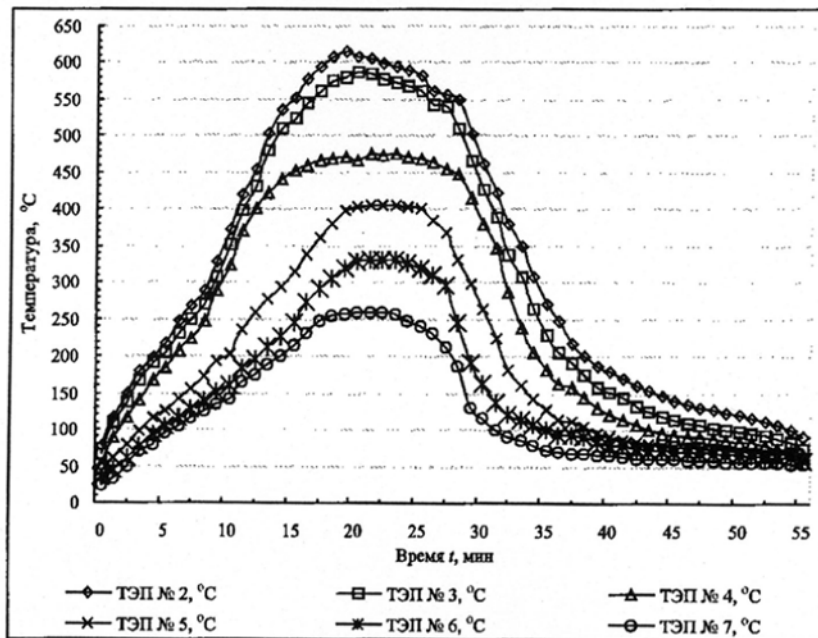


Рис. 4. Изменение в зависимости от времени температуры нагрева по высоте газовой колонки с внешней стороны образца фасадной системы в точках 2–7 (TЭП № 2–7) на расстоянии 150 мм от лицевой поверхности образца

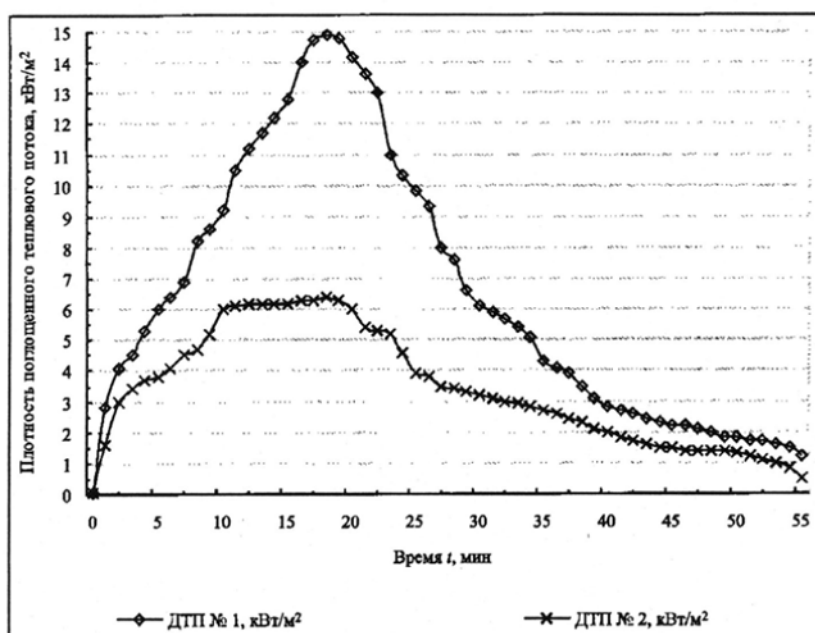


Рис. 5. Изменение в зависимости от времени значений плотности тепловых потоков, зафиксированных датчиками теплового потока Д1 (ДТП № 1) и Д2 (ДТП № 2)

Результаты огневых испытаний фрагмента навесного фасада системы показали следующее: значения теплового эффекта  $P$ , от горения или термического разложения материалов образца равны 0; возникновение вторичных источников зажигания и обрушение хотя бы одного элемента конструкции образца массой 1,0 кг и более на протяжении всего испытания не наблюдались; минераловатные плиты утеплителя, плиты облицовки и паронитовые прокладки-уплотнители образца не имеют повреждений с признаками горения в критериальных уровнях.

Все это свидетельствует о том, что в соответствии с критериями оценки показатели рассматриваемой системы «ФиброФасад» удовлетворяют требованиям ГОСТ 31251-2003 для конструкций класса пожарной опасности К0. Данные обстоятельства позволяют ставить вопрос о применении этой системы для зданий всех степеней огнестойкости и всех классов конструктивной и функциональной пожарной опасности по СНиП 21-01-97\*.

Разработаны также рекомендации по обеспечению пожарной безопасности зданий с навесными фасадами системы «ФиброФасад», требования которых включены в «Альбом технических решений». В случае отступления от этих требований проект привязки системы к конкретному объекту должен быть согласован при прохождении экспертизы.

#### **Особенности пожарной опасности навесных фасадных систем**

Все многообразие фасадных систем можно свести к двум основным видам: штукатурные системы наружного утепления фасадов зданий с применением полимерных утеплителей; системы наружной теплоизоляции фасадов с воздушным зазором между утеплителем и облицовкой – навесные вентилируемые фасады (НВФ).

Рассмотрим особенности пожарной опасности каждого из этих видов.

*Пожарная опасность штукатурных систем наружного утепления фасадов.* Для этих систем характерно наличие «мокрых» технологических процессов различной длительности. В качестве утеплителей в таких системах обычно используется пенополистирол и некоторые виды пенополиуретанов.

Главным с точки зрения пожарной опасности в штукатурных системах, в которых в качестве утеплителя использован плитный пенополистирол, является их потенциальная способность содействовать распространению пожара (его перебросу) на расположенные выше этажи здания, если пламя выходит на фасад здания.

Один из механизмов проявления пожарной опасности заключается в том, что при тепловом воздействии пламени на фасадную систему происходит термодеструкция пенополистирола с выделением

## Научно-технические разработки

горючих газов. Часть выделившихся газов, диффундируя через слой штукатурки, попадает в факел пламени и сгорает, что может значительно усилить мощность теплового потока и увеличить высоту пламени и тем самым способствовать сокращению времени до разрушения остекления вышерасположенного этажа и распространению пожара на этот этаж [12].

Другой возможный механизм проявления пожарной опасности систем этого вида заключается в том, что при пожаре декоративно-защитная штукатурка разрушается на большой площади, в результате чего в условиях свободного доступа кислорода из воздуха к пенополистиролу происходит его возгорание с большим выделением тепла и со всеми дальнейшими последствиями.

Поведение пенополистирола во внутреннем объеме штукатурной системы в условиях теплового воздействия пожара определяется его пожарно-техническими свойствами:

- начало процесса усадки пенополистирола происходит при температуре 85...90 °С;
- при температуре 240 °С пенополистирол начинает плавиться;
- начало процесса термодеструкции пенополистирола с выделением газообразных продуктов соответствует температуре 280...290 °С;
- температура возможного воспламенения пенополистирола зависит от вида исходного сырья и может составлять и 220, и 360...380 °С;
- температура возможного самовоспламенения равна 460...480 °С.

Для обеспечения надежной и пожаробезопасной эксплуатации штукатурных систем с полистирольным утеплителем необходимо строго выполнять ряд рекомендаций, а именно: всегда применять окантовки оконных (дверных) проемов и, в ряде случаев, поэтажные противопожарные рассечки из негорючих минераловатных плит. Их роль заключается в следующем:

- ♦ минераловатные рассечки и окантовки обеспечивают крепление декоративно-защитной штукатурки систем утепления на фасаде здания при тепловом воздействии пожара, учитывая низкую температуру начала усадки (85 °С) и плавления (240 °С) пенополистирола;
- ♦ наличие горизонтальных поэтажных минераловатных рассечек препятствует распространению внутри системы горючих и горячих газов и тем самым ограничивает область усадки пенополистирола внутри фасадной системы;
- ♦ верхняя окантовка оконных (дверных) проемов препятствует попаданию расплавленного пенополистирола в факел пламени через оконный проем горящего помещения здания с вышерасположенного вертикального простенка;
- ♦ нижняя окантовка оконного проема горящего помещения препятствует прогреву пенополистирола, который находится на ниже расположенном простенке (под оконным проемом горящего помещения), до температуры термодеструкции и, следовательно, исключает попадание горючих газов в факел пламени через окно горящего помещения;
- ♦ нижняя окантовка оконного проема вышерасположенного оконного проема (над этажом, на котором возник пожар) препятствует проникновению горючих газов к оконному проему и попаданию в факел огня через окно горящего помещения;
- ♦ боковые окантовки оконных проемов препятствуют прогреву пенополистирола, расположенного на горизонтальных простенках, до температуры его термодеструкции, таким образом исключается попадание горючих газов в факел пламени через окно горящего помещения;
- ♦ все минераловатные элементы окантовки оконных (дверных) проемов обеспечивают неразрушаемость штукатурной системы в этой самой напряженной в тепловом отношении области фасада здания при условии правильного выполнения требования примыкания штукатурной системы к оконным (дверным) проемам.

При отсутствии элементов из негорючих минераловатных плит пожарная опасность подобных систем существенно возрастает, и возможна реализация второго механизма разрушения штукатурных систем, особенно при применении так называемых полимерных штукатурок, которые содержат до 14 % по массе, а иногда и более, полимеров. Действительно, полимерные декоративно-защитные штукатурки при нагревании до температуры, превышающей 240...260 °С, могут переходить в пиропластичное состояние, сопровождающееся снижением их прочностных свойств и разрушением под действием собственной массы.

Минераловатные плиты, применяемые для окантовок и противопожарных рассечек, должны иметь температуру плавления не менее 1000 °С, так как температура факела на выходе из оконного проема горящего помещения при реальном пожаре может достигать этих значений и даже превышать их. Отсюда следует и обоснование запрещения применения для этих целей стекловолоконистых плит, температура плавления которых не более 550 °С.

Для оценки пожарной опасности конкретной штукатурной системы необходимы сведения о пожарно-технических характеристиках пенополистирола, применяемого непосредственно в этой системе. Ведь все перечисленные выше параметры пенополистирола: температура плавления, температура начала



термического разложения, температура возможного воспламенения и самовоспламенения, в значительной степени зависят от исходного материала, из которого он изготовлен. Значения этих температур для конкретного типа пенополистирола определяют теплотворную способность единицы массы исходного пенополистирола, интенсивность его тепловыделения и, в конечном счете, пожарную опасность материала данного вида.

Пожарно-технические характеристики пенополистирола могут быть получены при использовании методов термического анализа, два из которых приведены в обязательном приложении А к ГОСТ 31251-2003 [10]. С помощью этих методов исследований в настоящее время оценивается возможность применения пенополистиролов, полученных из различного вида сырья, в штукатурных системах утепления, не проходивших ранее огневых испытаний с таким материалом.

Сырьевая база для производства плитного пенополистирола, пригодного для применения в фасадных системах, может быть расширена без дополнительных огневых испытаний систем утепления по ГОСТ 31251-2003. Для этого необходимо провести сравнение результатов дифференциально-термического анализа пенополистирола, прошедшего огневые испытания в составе системы утепления, с результатами аналогичного анализа пенополистиролов, изготовленных из других вида сырья.

Кроме того, методы термического анализа позволяют контролировать пожарно-технические свойства используемого плитного пенополистирола и выявлять случаи смешивания различного сырья при его производстве. Эти же методы позволяют контролировать и составы декоративно-защитных штукатурок, особенно полимерных, содержащих значительное количество горючих органических компонентов.

Однако использование для этих же целей результатов испытаний по определению групп горючести и воспламеняемости, устанавливаемых по ГОСТ 30244 [13] и ГОСТ 30402 [14], представляется достаточно проблематичным. Целесообразно определять низшую теплотворную способность материала утеплителя.

Особое значение для пожаробезопасного применения штукатурных систем с полистирольным утеплителем имеют термомеханические свойства декоративно-защитных штукатурок и, в частности, их «трещиностойкость». Важность этого фактора связана с тем, что уменьшение трещиностойкости штукатурок сопровождается ростом количества горючих продуктов термического разложения полистирола, которые поступают из внутреннего объема системы в факел пламени и увеличивают его мощность и высоту. К сожалению, в настоящее время не разработаны методы лабораторных исследований этого параметра, и единственным способом определения его влияния на пожарную опасность систем являются прямые огневые испытания фасадных систем по ГОСТ 31251 [10].

*Пожарная опасность навесных вентилируемых фасадов.* Для НВФ характерно наличие воздушного зазора между утеплителем и облицовкой. В зависимости от материала несущего каркаса навесные вентилируемые фасады можно разделить на фасады с несущей подконструкцией из алюминиевых сплавов, углеродистых сталей с защитными покрытиями, коррозионно-стойкой стали [15].

В зависимости от вида облицовок фасадные системы подразделяются на системы: с керамогранитной облицовкой; облицовкой композитными материалами на основе алюминия (алюкобонд, рейнобонд, алполлик и др.); облицовкой в виде цементно-волоконных листов (фиброцемент, асбестоцемент); металлическими облицовками в виде сайдингов, кассет, панелей и др.

Навесные вентилируемые фасады – это комплексная система, состоящая из несущего, конструктивного слоя (металлическая подконструкция), теплоизоляционного и ветрозащитного слоев и облицовочного покрытия. Металлическая подконструкция включает в себя несущий профиль, устанавливаемый на кронштейнах, которые крепятся к стене.

В качестве теплоизоляционных материалов применяются негорючие (НГ) по ГОСТ 30244 [13] минераловатные плиты плотностью от 80 до 140 кг/м<sup>3</sup>. В качестве гидроветрозащиты утеплителя используются либо минераловатные плиты с наружной поверхностью из стекловолокна («кашированные» плиты), либо специальная паропроницаемая полимерная пленка.

Величина воздушного зазора между наружным облицовочным покрытием и теплоизоляционным слоем в зависимости от типа системы составляет от 20 до 100 мм.

Самым слабым звеном многих систем фасадов с вентилируемым зазором, с точки зрения обеспечения необходимой устойчивости в случае возникновения пожара, до сих пор остаются элементы подконструкций. Так, системы с алюминиевыми направляющими и тонкослойной облицовкой при пожаре могут разрушиться, в связи с тем что алюминий резко теряет свои прочностные характеристики под воздействием температур, превышающих 600 °С. В случае использования конструктивных элементов в виде тонколистовых профилей существует опасность того, что стальные элементы начнут деформироваться, а целостность защитно-декоративного экрана может быть нарушена [16].

Конструкция каркаса определяется типом применяемых облицовочных элементов, их геометрическими размерами, массой и способом крепления облицовочных элементов. Особенностью большинства навесных систем является применение элементов из листовой стали для защиты воздушного зазора в местах

### Научно-технические разработки

примыкания систем к оконным проемам. Эти элементы устанавливаются либо по всему периметру оконного проема, либо по его верхнему откосу.

Тип крепления облицовки к элементам каркаса определяется как механическими свойствами и размерами элементов облицовки, так и формой применяемых элементов.

Облицовочные плиты на основе цементно-волокнистых и асбестоцементных листов крупных размеров (до 1200×2400 мм) обычно крепятся к элементам каркаса с помощью самонарезающих винтов (шурупов) или стальных отрывных заклепок.

Крепление керамических плит к элементам каркаса осуществляется с использованием специальных стальных зажимов – кляммеров (так называемое открытое крепление) или на стальных штифтах, расположенных на обратной стороне плитки (так называемое скрытое крепление).

Крепление облицовочных элементов на основе алюминиевых сплавов определяется формой облицовки. При использовании элементов облицовки в виде плоских листов крепление осуществляется на алюминиевых заклепках или винтах-саморезах, при использовании кассетного способа (облицовка в виде элементов коробчатого типа) крепление осуществляется путем навешивания этих элементов на стальные штифты, закрепленные на несущих профилях каркаса.

Проведенные огневые испытания НВФ позволили выявить особенности их пожарной опасности:

- наиболее надежными для навесных систем теплоизоляции являются каркасы из стали;
- для фасадных систем с облицовкой из листовых материалов, обладающих достаточно высокой трещиностойкостью и отсутствием способности к взрывообразному разрушению в условиях теплового воздействия пожара, большое значение имеет использование стальных элементов защиты по контуру оконных проемов;

- для фасадных систем с облицовкой из керамической плитки (керамогранита) и открытой системой крепления, учитывая высокую вероятность их растрескивания и выпадения, следует предусматривать увеличение количества кляммеров вблизи оконных проемов;

- для фасадных систем, использующих в качестве каркаса направляющие из алюминия и облицовку из керамических плит, рекомендуется применять комбинацию из стальных и алюминиевых направляющих, при этом стальные направляющие следует устанавливать над оконными проемами и в непосредственной близости от их вертикальных откосов;

- наличие на облицовочных плитах компаундов на основе эпоксидных и полиэфирных смол или акриловых композиций с расходом не более 600 г/м<sup>2</sup>, применяемых для приклеивания декоративной каменной крошки, как правило, не повышает пожарную опасность фасадных систем;

- использование в фасадных системах облицовок и каркаса из алюминиевого сплава потенциально опасно, так как существует вероятность его плавления с образованием горящего расплава, являющегося вторичным источником зажигания, а это может вызвать возгорание нижерасположенных этажей здания (балконов) или кровли из горючих материалов пристроенных зданий меньшей этажности. В связи с этим необходимо предусматривать дополнительные мероприятия по защите этих объектов;

- применение в фасадных системах облицовок в виде плоских элементов из трехслойных изделий из алюминиевого листа со средним слоем из негорючего материала на основе гидроокиси алюминия (группа горючести среднего слоя НГ) не является опасным;

- при прочих равных условиях использование облицовок из трехслойных панелей с обшивками из алюминиевых листов и средним слоем из полиизоцианурата является более безопасным по сравнению с облицовкой из трехслойных панелей с обшивками из алюминиевых листов и средним слоем из модифицированного полиэтилена;

- использование в фасадных системах алюминиевых сплавов с более высокой температурой плавления приводит в ряде случаев к существенному снижению их пожарной опасности и расширению области их применения;

- использование в фасадных системах для гидроветрозащиты минераловатного утеплителя полимерных пленок типа «Тайвек» является безопасным при условии, что облицовочные плиты обладают достаточно высокими термомеханическими свойствами, в том числе трещиностойкостью и отсутствием способности к взрывообразному разрушению в условиях теплового воздействия пожара.

Опыт испытаний свидетельствует о том, что пожарная опасность систем утепления фасадов зданий не только определяется пожарной опасностью применяемых материалов, но и зависит от их конструктивного оформления. Прямую зависимость между пожарно-техническими характеристиками материалов и пожарной опасностью НВФ можно установить только для материалов группы горючести НГ и Г4-Г3 по ГОСТ 30244 [13] при известных конструктивных характеристиках систем.

Если в навесных системах используются негорючие материалы, то класс пожарной опасности системы определяется только параметром обрушения элементов системы массой более 1 кг, который зависит от термомеханических характеристик материала и конструктивного решения системы и который может быть определен, как правило, только в результате огневых испытаний конкретной конструкции.

При применении в навесной фасадной системе материалов групп горючести Г4 и Г3 (например, в качестве наружной облицовки) класс пожарной опасности фасадной системы устанавливается обычно как К3.

Для материалов и изделий групп горючести Г1 и Г2, используемых в качестве облицовки, такие однозначные зависимости с классом пожарной опасности конструкции установить невозможно без проведения огневых испытаний конструкции в целом.

Этот вопрос является очень важным при рассмотрении пожарной опасности фасадных систем с облицовками из композитных трехслойных панелей с обшивками из алюминиевых сплавов и средним слоем из полимерных композиций. Так, из 18 испытанных фасадных систем с облицовками из композитных материалов лишь 10 композитов были допущены к применению, хотя все эти панели имели идентичные пожарно-технические характеристики (горючесть Г1 и воспламеняемость В1 или В2) [15].

Это связано с тем, что мощность и время теплового воздействия, особенности проведения испытаний по ГОСТ 30244 [13], а также теплофизические свойства трехслойных панелей-сэндвичей с алюминиевыми обшивками (в первую очередь, высокие коэффициенты теплопроводности и теплоемкости) не позволяют оценить их реальную пожарную опасность по этому методу. Поэтому замена элементов конструкции, успешно прошедших огневые испытания в составе фасадных систем, как правило, более дешевыми и имеющими идентичные показатели горючести и воспламеняемости, является неоправданной и может привести к трагическим последствиям.

Следовательно, к использованию в НВФ могут быть рекомендованы только такие композитные панели и материалы, которые успешно прошли огневые испытания в составе фасадных систем по ГОСТ 31251-2003 [10].

Следует также обратить внимание на использование в НВФ горючей влаговетрозащитной мембраны «Тайвек» в сочетании с кашированной наружной поверхностью утеплителя. Поскольку в наружном кашированном слое толщиной 1 мм содержится высокий процент синтетического связующего, относящегося к группе горючести Г4, при возникновении пожара такая кашировка в сочетании с горючей мембраной «Тайвек» может привести к распространению огня и повреждению фасада на большой площади. Поэтому применение влаговетрозащитной мембраны «Тайвек» в сочетании с кашированной наружной поверхностью утеплителя может иметь серьезные негативные последствия.

#### **Заключение**

Проведенные экспериментальные исследования позволили выявить особенности пожарной опасности штукатурных систем наружного утепления фасадов зданий с применением полимерных утеплителей, а также навесных вентилируемых фасадов.

Пожарная опасность систем утепления фасадов зданий зависит не только от пожарной опасности применяемых материалов, но и от конструктивного оформления этих систем. Особое внимание следует обращать на обеспечение пожарной безопасности мест примыкания фасадной системы к оконным и витражным конструкциям, на стыке систем с видимым и скрытым креплением керамогранитных плиток.

Для обеспечения пожаробезопасного применения систем наружной теплоизоляции фасадов зданий, в том числе с использованием горючих материалов, следует учитывать следующее:

каждое принципиально новое конструктивное решение фасадной системы должно быть подвергнуто испытаниям по ГОСТ 31251-2003;

применение фасадной системы, прошедшей огневые испытания, для типовых зданий возможно только в том случае, если утепляемое здание имеет гладкий фасад (без западающих или выступающих участков), полностью соответствует всем нормативным требованиям пожарной безопасности, а также если пожарная нагрузка в помещениях здания не превышает  $50 \text{ кг/м}^2$  в пересчете на древесину; во всех остальных случаях проекты привязки систем утепления должны проходить экспертизу и согласовываться в установленном порядке.

Практика использования в строительстве фасадных систем показала, что органам государственного пожарного надзора (ГПН) при осуществлении контрольных функций необходимо обращать внимание на следующие моменты:

имеются ли в наличии техническое свидетельство на фасадную систему, заключение об огневых испытаниях от испытательной лаборатории, документ, подтверждающий качество материалов и выполненных работ (в нем должны быть указаны сроки гарантии и службы смонтированной системы), и инструкция для эксплуатирующей организации;

не используются ли в фасадной системе для облицовки и изготовления подсистем, крепежных изделий, утеплителя материалы, а иногда и новые конструктивные решения, не предусмотренные в техническом свидетельстве (т. е. внесенные изменения таковы, что для подтверждения пригодности системы требуется новое техническое свидетельство);

не нарушена ли высотность применения фасадных систем, предусмотренная в техническом свидетельстве;

имеются ли в наличии документы, подтверждающие происхождение материалов, входящих в систему, особенно импортного производства;

достаточно ли четко формулируются в техническом свидетельстве требования к применяемым в системах материалам и конструктивным решениям: ветрогидрозащитной паропроницаемой мембране; величине воздушного зазора в системе; обосновывается ли необходимость дополнительного полиэфирного покрытия на металлических оцинкованных профилях, идентификации материалов, применяемых в системе; обеспечена ли идентификация альбома технических решений, прилагаемого к техническому свидетельству.

В настоящее время техническое свидетельство является основным нормативным документом, разрешающим применение фасадной системы. Вместе с тем каждая навесная фасадная система имеет свои конструктивные особенности, которые часто требуется внести в альбом технических решений после проведения огневых испытаний.

Сложившаяся практика проведения огневых испытаний показала целесообразность выдачи изготовителю фасадной системы помимо протокола испытаний заключения, в котором были бы кратко описаны основные конструктивные особенности фасадной системы (применяемые материалы, схема монтажа и крепления системы, сопряжение системы с оконными проемами и др.).

В связи с этим инспекторам ГПН следует требовать от разработчиков не только техническое свидетельство на фасадную систему, но и официальное заключение об огневых испытаниях от испытательной лаборатории.

#### **Библиографические ссылки**

1. Калинин А.Ю. Основные проблемы контроля качества, связанные с выполнением фасадных отделочных работ // Строительные материалы. – 2003. – № 7. – С. 19–21.
2. Актуальные вопросы устройства навесных фасадов // Стройклуб: Информационно-технический журнал. – 2006. – № 12(56)–1(57). – С. 3–6.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
4. СП 23-101-2000. Проектирование тепловой защиты зданий.
5. СНиП 21-01-97\*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
6. Рекомендации по составу и содержанию документов и материалов, представляемых для технической оценки пригодности продукции. Фасадные теплоизоляционные системы с воздушным зазором. – М.: ФГУ ФЦС Госстрой России, 2004. – 31 с.
7. Технические рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем ТР 161-05. – М.: ГУ Центр «Энлаком», 2005. – 47 с.
8. ГОСТ 30403-96. Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности.
9. Молчадский И.С. Пожар в помещении. – М.: ФГУ ВНИИПО, 2005. – 456 с.
10. ГОСТ 31251-2003. Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны.
11. НПБ 233-96. Здания и фрагменты зданий. Метод натуральных огневых испытаний. Общие требования.
12. Исследование пожарной безопасности из конструкций систем «Пластбау» / В.В. Жуков, В.А. Зигерн-Корн, И.С. Молчадский, Б. Копривица // Некоторые вопросы механики сплошной среды: Научно-технический сборник. – М.: 26 ЦНИИ МО России, 1998. – С. 186–208.
13. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.
14. ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.
15. Вентилируемые фасады: «за» или «против» // Технологии строительства. – 2006. – № 1. – С. 6–18.
16. Конструктивная пожарная опасность систем наружного утепления стен зданий / А.А. Гусев, В.А. Зигерн-Корн, И.С. Молчадский, В.В. Пестрицкий // Стройпрофиль. – 2003. – № 6. – С. 19–20.

**Материал поступил в редакцию 18.04.2006 г.**

*I.R. Khasanov, I.S. Molchadsky, K.N. Gol'tsov, A.V. Pestritsky*  
**Fire Hazard of Suspended Face Systems**

There have been presented the results of the analysis of fire hazard of suspended face systems. The basic rules of fire testing procedure of external heat insulation systems are under discussion. The data of fire testing of ventilated suspended face wall have been considered. Certain peculiarities of fire hazard of plaster systems of external heat insulation of facades and suspended ventilated facades have been determined. Some structural solutions have been proposed which allow to increase fire safety of face systems. Some recommendations are given to provide safe use of systems of external heat insulation of buildings facades and to control the use of the face systems performed by the fire supervision bodies.