

## СРЕДСТВА ОГНЕЗАЩИТЫ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ИХ ПРИМЕНЕНИИ, ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

А.В. Пехотиков, к.т.н., В.В. Павлов, ФГБУ ВНИИПО МЧС России

В настоящий момент, средства огнезащиты металлоконструкций насчитывают несколько сотен различных материалов. Это огнезащитные краски, шпаклевки, штукатурки, плитные и листовые материалы, утеплители, а также их комбинации. Каждое средство огнезащиты имеет технические характеристики, особенности применения и эксплуатации. Эти факторы в большей степени и определяют области использования материалов, не исключая при этом соблюдения нормативных требований, учитывая также стоимость огнезащитных работ и другие различные требования, предъявляемых заказчиками.

К сожалению, в настоящее время многие потребители имеют слабое представление о технических свойствах различных средств огнезащиты, влияющих на их огнезащитную эффективность как при проведении лабораторных испытаний, так и при их хранении, транспортировке, нанесении на металлоконструкции и эксплуатации. Зачастую это приводит к неправильному выбору средств для обеспечения пределов огнестойкости конструкций, а также неверному пониманию нормативных требований. В ряде случаев наблюдается намеренное искажение установленных нормативов. Используют неточности и двоякое толкование формулировок в нормативных документах, с целью удешевления строительства в ущерб безопасности [8].

### ВЫБОР ОГНЕЗАЩИТЫ

В общем виде применение способ огнезащиты определяется несколькими критериями:

- Величина требуемого предела огнестойкости;
- Тип защищаемой конструкции и ориентации защищаемых поверхностей в пространстве (колонны, стойки, ригели, балки, связи), а также условия нагружения и опирания;

- Возможность увеличения нагрузки на конструкцию за счет веса огнезащиты (утяжеление конструкции);
- Возможность периодического контроля покрытия и восстановления после повреждений;
- Сейсмоустойчивость огнезащиты;
- Способность гореть и распространять пламя, образовывать ОФП;
- Температурно-влажностные условия эксплуатации и производства работ по огнезащите, степень агрессивности окружающей среды;
- Сезонность нанесения;
- Технологичность нанесения огнезащиты;
- Момент монтажа огнезащиты (во время возведения здания или его эксплуатации);
- Срок годности материала;
- Условия хранения и транспортировки;
- Срок службы покрытия;
- Требования к декоративному виду;
- Гигиенические свойства;
- Стоимость огнезащитного материала и работ по предварительной подготовке конструкций и монтажу огнезащиты.

### ПРИНЦИП АЛГОРИТМА

Существует много показателей, определяющих применение того или иного вида огнезащиты. В связи с этим специалисты

ВНИИПО считают целесообразным внести в действующие методики по контролю качества огнезащиты и нормативные документы методические рекомендации по выбору огнезащиты на основе вышеупомянутого перечня. Рекомендации должны быть построены по принципу пошагового алгоритма, позволяющего проектировщику на основе исходных данных по объекту защиты производить выбор наиболее оптимального способа и средства огнезащиты, либо минимизировать область поиска. Задача огнезащиты металлических конструкций, как правило, заключается в создании на поверхности элементов конструкций теплоизолирующих экранов, выдерживающих высокие температуры и непосредственное воздействие огня. Наличие этих экранов позволяет замедлить прогревание металла и сохранить конструкции свои функции: нести полезную нагрузку и обеспечивать устойчивость здания при пожаре в течение заданного периода времени [5, 6, 9].

Учитывая современные разработки в области огнезащиты, была разработана общая схема по средствам и способам огнезащиты несущих металлических конструкций [5] (рисунок 1). На схеме представлены наиболее распространенные виды огнезащиты

на российском рынке. Согласно схеме, в общем виде огнезащита осуществляется двумя способами: влажным и сухим.

### СУХАЯ ЗАЩИТА

Сухой способ включает в себя противопожарную изоляцию в виде плит или сборных деталей таких как: минераловатные плиты, вермикулитовые плиты, гипсовую штукатурку, подвесные потолки. Среди сухих способов огнезащиты широко используются крупноразмерные листовые и плитные облицовки. К огнезащитным крупноразмерным облицовкам относятся гипсокартонные и гипсоволокнистые листы, перлитовые плиты, минераловатные плиты. Они могут быть жесткими, мягкими и рулонными. Закрепление листов и плит на поверхности конструкций осуществляется с помощью крепежных элементов или с помощью клеевых составов. Вермикулитовые плиты для огнезащиты изготавливают прессованием из вермикулита и силикатного вяжущего. Плиты крепятся к поверхности колонн специальным негорючим составом. Возможно также крепление плит винтами между собой с образованием короба. Прогрев конструкций значительно

уменьшается, если крепление облицовки к поверхности производить с воздушной прослойкой. Имеет место огнезащита рулонными обмоточными материалами на основе базальтового или муллито-кремнеземистого волокна. Данные виды волокон имеют высокую степень устойчивости к высокотемпературной деструкции. Подвесные потолки применяются для защиты горизонтальных конструкций покрытий и перекрытий со стальными балками и являются конструктивнофункциональными элементами. В качестве экранов подвесных потолков используются: гипсокартонные листы, облегченные перфорированные плиты с заполнением минеральной ватой.

### ВЛАЖНЫЙ СПОСОБ

Включает противопожарную изоляцию, использующую напыляемые минеральные материалы с неорганическим вяжущим, огнезащитные штукатурки, огнезащитные вспучивающиеся краски и составы, традиционные способы огнезащиты цементно-песчаной штукатуркой, обетонирование, облицовку кирпичом. Напыляемые минеральные материалы с неорганическим вяжу-

щим чаще всего применяют в виде цементно-перлитовых, цементно-вермикулитовых, составов плотностью 240-400 кг/м<sup>3</sup>. Они обладают высокой адгезионной способностью к металлическим поверхностям. Составы наносятся на поверхность конструкций механизированным способом. Толщина покрытия составляет от десяти до 60 миллиметров, в зависимости от необходимой огнестойкости.

### Штукатурки

Цементно-песчаная штукатурка рекомендуется для защиты колонн, ригелей, связей и узлов сопряжения между элементами. Нанесение штукатурных растворов осуществляется полусухим торкретированием или набрызгом. В состав штукатурок могут входить пористые заполнители.

### Обетонирование

Один из влажных способов защиты стальных конструкций – обетонирование. Такая защита осуществляется в том случае, если бетон выполняет несущие функции, частично разгружает сталь от усилий. Таким способом защищаются только колонны.

Рисунок 1. Общая схема по средствам и способам огнезащиты несущих металлических конструкций

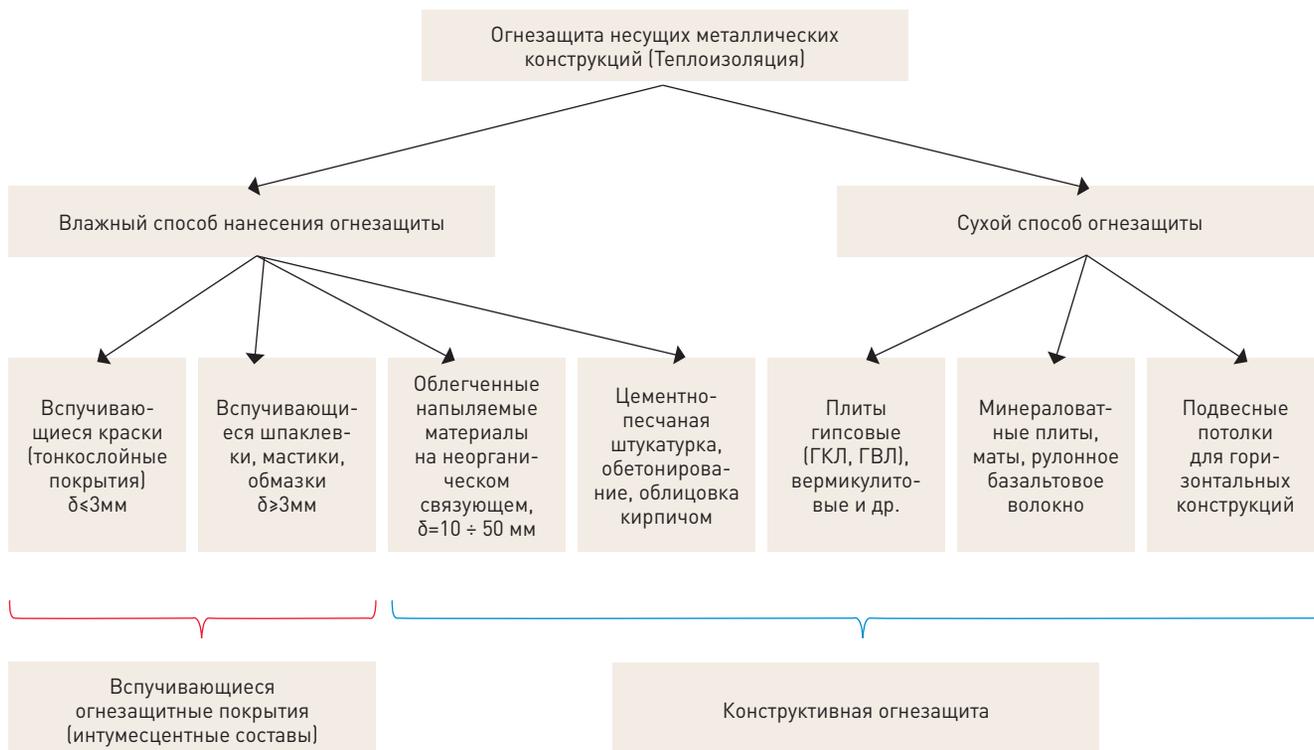


Таблица 1. Сравнение факторов и воздействий, влияющих на огнезащитную эффективность средств огнезащиты

№ п/п	Фактор воздействия	Степень влияния факторов и воздействий на различные типы огнезащиты (баллы): 3 – сильно; 2 – средне; 1 – слабо, – не влияет		
		Интумесцентные покрытия (краски, шпаклевки)	Конструктивная огнезащита (облицовка материалами)	Штукатурные составы
<i>При лабораторных испытаниях</i>				
1	Толщина покрытия	3	3	3
2	Приведенная толщина металла	2	2	2
3	Коэффициент вспучивания (хим. состав покрытия)	3	–	–
4	Адгезия (марка грунта, хим. состав, качество поверхности)	3	–	2
5	Стабильность пенококка (плотность, устойчивость к осыпанию, образование трещин, «сползанию»)	3	–	–
6	Наличие защитно-декоративного покрытия	2	–	–
7	Способ нанесения (ручной, механизированный)	1	–	1
8	ТФХ материала (плотность, теплопроводность, теплоемкость)	–	3	3
9	Огнеупорность (устойчивость к осыпанию, образованию трещин, выгоранию)	–	2	2
10	Способ крепления	–	2	–
<i>При эксплуатации (хранение, нанесение, срабатывание при пожаре)</i>				
11	Условия хранения и транспортировки	3	1	1
12	Температурно-влажностные условия эксплуатации	3	1	1
13	Срок годности	3	1	2
14	Срок эксплуатации	3	1	1
15	Температурный режим реального пожара (тлеющий, углеводородный)	3	1	1

## Краски

Огнезащитные вспучивающиеся краски и покрытия – образуют на защищаемой поверхности тонкий непрозрачный слой, эффективность которого основана на эффекте вспучивания при определенной температуре и увеличении толщины слоя от десяти до 40 раз. Этот процесс в химии принято называть интумесценция – увеличение объема материала в жидком состоянии вследствие роста объема присутствующих в материале частиц внедренного (интеркалированного) наполнителя, индуцированное давлением разложения материала (интеркалята) при его нагреве [10, 11]. Краски наносят на поверхность стальных конструкций тонким слоем толщиной, как правило, до двух–трех миллиметров. При температуре 170-200 °С краска вспучивается, и образует пористый термоизоляционный слой. Благодаря низкой теплопроводности пористый слой предотвращает быстрый нагрев защищаемых эле-

ментов. Вспучивающиеся краски представляют собой сложные композиции, содержащие связующие компоненты, вспучивающие добавки, углеродсодержащий наполнитель, стабилизаторы, пигменты. Применение вспучивающихся красок обеспечивает повышение предела огнестойкости стальных конструкций до 45-60 минут, при большой массивности конструкций до 90 минут.

## Интумесцентные составы

В настоящее время появился новый подвид интумесцентных огнезащитных составов – вспучивающиеся шпаклевки, мастики или обмазки с толщиной слоя более трех миллиметров. Эти материалы, как правило, представляют собой идентичный краскам химический состав с увеличенным коэффициентом вязкости, за счет которого состав можно наносить толстым слоем шпателем, либо специальными машинами. Производители вспучивающиеся шпаклевок заявляют

их на вторую и третью группы огнезащитной эффективности по ГОСТ Р 53295 [3] (то есть 90 и 120 минут соответственно). Однако ранее проведенные многочисленные опыты с подобными покрытиями показывают, что при большом увеличении толщины происходит эффект сползания вспученного слоя пенококка под собственной массой, либо облетание вспученной шубы под действием дутья форсунок печи, что приводит к значительному снижению огнезащитной эффективности покрытия. В связи с этим хотелось бы отметить, что толщина покрытия не всегда выступает основным показателем, отвечающим за огнезащитную эффективность средства огнезащиты.

## СРЕДСТВА ОГНЕЗАЩИТЫ

Учитывая требования современных нормативных документов, средства огнезащиты разделяются на две группы: конструктивная огнезащита и вспучивающиеся (интумесцен-

тные) огнезащитные покрытия (рисунок 1). В этом случае вспучивающиеся шпаклевки, мастики, обмазки, толщиной более трех миллиметров не включены в понятие конструктивная огнезащита, в связи с введением в действие изменений №1 ГОСТ Р 53295 [3] (п. 3.13). На основании многочисленных экспериментов и многолетнего опыта исследований различных средств огнезащиты, в том числе на объектах защиты, специалистами института была предпринята попытка сравнения факторов и воздействий, влияющих на огнезащитную эффективность средств огнезащиты при проведении лабораторных испытаний и при их эксплуатации [8] (таблица 1). С помощью таблицы можно оценить преимущества и недостатки различных методов огнезащиты в зависимости от условий применения. Для сравнения приведена оценка трех основных видов средств огнезащиты: конструктивная огнезащита материалами, составы (штукатурки) и вспучивающиеся (интумесцентные) огнезащитные покрытия. В таблице применена субъективная балльная система оценки факторов на основе имеющихся опытных данных и данных по результатам контрольных обследований объектов защиты.

### ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ

Хотелось бы подробнее остановиться на температурных режимах реального пожара, влияющих на поведение вспучивающихся красок, рассмотренных в работах [6, 7, 8]. Это тонко подобранные составы, которые должны вспучиваться при воздействии стандартного пожара. Известно, что краски начинают вспучиваться при температуре бо-

лее 200 °С [10, 11]. Следовательно до этой температуры конструкция может беспрепятственно нагреваться. В случае реального пожара есть начальная стадия пожара, которая может длиться до нескольких часов при низких температурах. При этом конструкции получают приличную экспозиционную дозу тепла. Далее пожар переходит в развитую стадию, сравнимую со стандартным пожаром, и конструкция прогревается значительно быстрее, теряя несущую способность. Конструктивная огнезащита в этом случае работает на всех стадиях. В связи с этим в EN 13381-4 [12] применен специальный метод оценки эффективности вспучивающихся покрытий с применением «теющего» температурного режима пожара. Данный метод также реализован в документах [3, 4, 13]. В РФ основными нормативными документами, регулирующими применение средств огнезащиты, выступают: [1] – основные требования по огнестойкости строительных конструкций, [2] – расшифровка этих требований и определение методов оценки средств огнезащиты, [3] – метод определения огнезащитной эффективности.

### ПОКАЗАТЕЛЬ ОГНЕСТОЙКОСТИ

Необходимо отметить, что основным нормируемым показателем, к которому предъявляются требования технического регламента, остается предел огнестойкости. По группам огнезащитной эффективности в законе требований нет. Пределы огнестойкости строительных конструкций должны соответствовать принятой степени огнестойкости зданий по таблице 2 закона [1], которая вызывает наибольшее количество

вопросов у проектировщиков. В таблице есть разделение несущих конструкций здания. Из всех несущих конструкций закон выделяет так называемые несущие элементы зданий (в таблице 2 выделены красным цветом), расшифровка которых приведена в п. 5.4.2 [2]. К несущим элементам зданий относятся несущие стены, колонны, связи, диафрагмы жесткости, фермы, элементы перекрытий и бесчердачных покрытий (балки, ригели, плиты, настилы), если они участвуют в обеспечении общей устойчивости и геометрической неизменяемости здания при пожаре. Сведения о несущих конструкциях, не участвующих в обеспечении общей устойчивости и геометрической неизменяемости здания (в таблице 2 выделены синим), приводятся проектной организацией в технической документации на здание. Таким образом, отнесение стальных конструкций к несущим элементам здания определяет проектировщик.

### БУКВА ЗАКОНА

Учитывая представленный анализ характеристик различных способов и средств огнезащиты, в нормативных документах по ограничению применения огнезащиты логичными представляются формулировки:

- В зданиях I и II степеней огнестойкости для обеспечения требуемого предела огнестойкости несущих элементов здания следует применять конструктивную огнезащиту. Применение тонкослойных огнезащитных покрытий для стальных конструкций, являющихся несущими элементами зданий I и II степеней огнестойкости, допускается для конструкций с приведенной толщиной металла не менее

Таблица 2. Интерпретация Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ

Степень огнестойкости зданий, сооружений и пожарных отсеков	Несущие стены, олонны и другие несущие элементы	Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Строительные конструкции бесчердачных покрытий		Строительные конструкции лестничных клеток	
				Настилы (в том числе с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
I	R120	E30	REI60	RE30	R30	REI120	R60
II	R90	E15	REI45	RE15	R15	REI90	R60
III	R45	E15	REI45	RE15	R15	REI60	R45
IV	R15	E15	REI15	RE15	R15	REI45	R15
V	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется

5,8 миллиметра (п. 5.4.3 [2]);

- Конструктивная огнезащита: Способ огнезащиты строительных конструкций, основанный на создании на обогреваемой поверхности конструкции теплоизоляционного слоя средства огнезащиты. К конструктивной огнезащите относятся толстослойные напыляемые составы, штукатурки, облицовка плитными, листовыми и другими огнезащитными материалами, в том числе на каркасе, с воздушными прослойками, а также комбинации данных материалов, в том числе с тонкослойными вспучивающимися покрытиями (п. 3.2 [2], п. 3.6 [3]);

- Тонкослойное вспучивающееся огнезащитное покрытие (огнезащитная краска): Способ огнезащиты строительных конструкций, основанный на нанесении на обогреваемую поверхность конструкции специальных красок или лакокрасочных систем по ГОСТ Р 28246, предназначенных для повышения предела огнестойкости строительных конструкций и обладающих огнезащитной эффективностью. Принцип действия огнезащитной краски (лакокрасочной системы) основан на химической реакции, активируемой при воздействии пожара, в результате которой толщина огнезащитного покрытия многократно увеличивается, образуя на обогреваемой поверхности конструкции теплоизоляционный слой, защищающий конструкцию от нагревания (п. 3.13 [3] – нет ограничения толщины три миллиметра);

- Средства огнезащиты для строительных конструкций следует использовать при условии оценки предела огнестойкости конструкций с нанесенными средствами огнезащиты по ГОСТ 30247, с учетом способа крепления (нанесения), указанного в технической документации на огнезащиту, и (или) разработки проекта огнезащиты (п. 5.4.3 [2]);

- Не допускается использовать огнезащитные покрытия и пропитки в местах, исключающих возможность периодической замены или восстановления, а также контроля их состояния.

- Выбор вида огнезащиты осуществляется с учетом режима эксплуатации

объекта защиты и установленных сроков эксплуатации огнезащитного покрытия (п. 5.4.3 [2]).

## ПУТИ РАЗВИТИЯ

Для развития и совершенствования нормативной базы, регулирующей применение средств огнезащиты и оценки их эффективности необходимо:

- Внести в действующие методики и нормативные документы методические рекомендации по выбору огнезащиты;

- Разработать руководство «Правила разработки проекта огнезащиты стальных конструкций»;

- Продолжить работу по совершенствованию терминологии в нормативных документах и классификации средств огнезащиты;

- Для вспучивающихся огнезащитных составов (красок, шпаклевок, обмазок, мастик и т.д.) ввести понятие «интумесцентные покрытия» без привязки к толщине покрытия;

- Урегулировать понятие несущие элементы здания, в свете новых формулировок;

- Расширить перечень видов огнезащиты;

- Отработать существующие методы испытаний средств огнезащиты при тлеющем пожаре, углеводородном режиме, при сейсмических воздействиях, а также при воздействии нагрузки;

- Внедрять существующие методы контроля состояния эксплуатируемой огнезащиты, с учетом режима эксплуатации объекта защиты и установленных сроков эксплуатации огнезащитного покрытия. ■■■

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федер. зако-нов от 10.07.2012 г. № 117-ФЗ, от 2.07.2013 г. № 185-ФЗ).
2. СП 2.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» с изменениями №1.
3. ГОСТ Р 53295-2009 «Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности» с изменениями № 1.

4. ГОСТ Р ЕН 1363-2-2014 «Конструкции строительные. Испытания на огнестойкость. Альтернативные и дополнительные методы».

5. Голованов В. И., Пехотиков А. В., Павлов В. В. Новые огнезащитные облицовки для несущих стальных конструкций – М.: Материалы XX научно-практической конференции, «Исторические и современные аспекты решения проблем горения, тушения и обеспечения безопасности людей при пожарах», ВНИИПО, 2007 г., с. 227-229.

6. Голованов В.И., Пехотиков А. В., Павлов В. В. Расчет огнестойкости конструкций из стали с повышенными показателями огнестойкости для объектов нефтегазовой промышленности – М.: Территория «Нефтегаз» – 2007.- № 4. – с. 72–77.

7. Хасанов И. Р., Гравит М. В., Косачев А. А., Пехотиков А. В., Павлов В. В. Гармонизация европейских и российских нормативных документов, устанавливающих общие требования к методам испытаний на огнестойкость строительных конструкций и применению температурных режимов, учитывающих реальные условия пожара // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – Т.23, № 3. – С. 49–57.

8. Голованов В. И., Пехотиков А. В., Павлов В. В. Обзор рынка средств огнезащиты металлоконструкций. Преимущества и недостатки различных видов – М.: Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Огнезащита XXI века» – 2014.

9. Ройтман В. М. Физический смысл и оценка коэффициента условий работы и критической температуры прогрева материалов конструкций в условиях пожара. Пожаровзрывобезопасность. – 2011 – № 5 – стр. 14–21.

10. Павлов Е. А. Влияние интумесцентных добавок на физико-механические свойства лакокрасочных покрытий на основе акриловых дисперсий. // Ивановский институт ГПС МЧС России – Сайт Руснаука.

11. Бабкин О., Зыбина О., Мнацаканов С., Танклевский Л. Механизм формирования пенококса при термоллизе интумесцентных огнезащитных покрытий, URL: [www.ogneportal.ru/articles/coatings/2737](http://www.ogneportal.ru/articles/coatings/2737).

12. EN 13381-4 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members - Part 4: Applied protection to steel members.

13. EN 1363-2: 1999 Fire resistance tests. Alternative and additional procedures.