

Л. П. Зарубина

ЗАЩИТА ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ОТ ОГНЯ И ШУМА

МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ,
ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Учебное пособие

2-е издание

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2021

УДК 614.841.34+628.517
ББК 38.96+30н
3-35

Зарубина, Л. П.

3-35 Защита зданий, сооружений и конструкций от огня и шума. Материалы, технологии, инструменты и оборудование : учебное пособие / Л. П. Зарубина. – 2-е изд. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 336 с.

ISBN 978-5-9729-0686-4

Рассмотрены средства и способы пассивной и активной огнезащиты, описаны огнезащитные покрытия для металлоконструкций, железобетонных конструкций, воздуховодов, деревянных конструкций, кабельных сетей. Даны системы противопожарной и противодымной защиты, пожарной сигнализации, автоматического пожаротушения. Рассмотрены вопросы звукоизоляции производственных, жилых и офисных помещений. Приведены современные материалы для звукоизоляции, шумоизоляции и шумопоглощения. Обобщен и систематизирован многолетний опыт работы ведущих научных, проектных и производственных организаций.

Для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией зданий и сооружений. Может быть полезно студентам высших учебных заведений, аспирантам, слушателям институтов повышения квалификации строительного, машиностроительного и технологического профилей.

УДК 614.841.34+628.517
ББК 38.96+30н

ISBN 978-5-9729-0686-4

© Зарубина Л. П., 2021

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

ЧАСТЬ I
ЗАЩИТА ОТ ОГНЯ

Введение

Произошедшие в последние годы крупные пожары с большими материальными потерями и человеческими жертвами обострили внимание общества к проблеме пожарной безопасности строящихся объектов. По статистике МЧС, в стране происходит ежегодно около 300 тыс. пожаров, при которых гибнет порядка 15 000 человек, пострадавших – сотни тысяч. По сравнению со странами Европы, США, Канадой, Японией, количество погибших при пожарах в России в 3-5 раз больше. В мае 2009 года вступил в силу новый Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – ФЗ ТР), положениям которого должны соответствовать все без исключения объекты на территории России. ФЗ ТР законодательно вводит принцип выбора вариантов противопожарной защиты, тем самым реализуя конституционное право собственника распоряжаться своим имуществом, в т.ч. и рисковать им. Но безопасность людей должна быть обеспечена независимо от формы собственности.[1,2]

При пожаре температура достигает отметки в 1000 градусов по Цельсию. Несущие конструкции при таких температурах начинают деформироваться уже через 7-10 минут. Значительно увеличивать это время позволяют огнезащитные покрытия, способные создавать теплоизолирующую шубу и, благодаря этому, сохранять технологические свойства конструкций.

Огнезащита направлена на снижение пожарной опасности строительных конструкций (СК), обеспечение требуемой огнестойкости зданий, сооружений и материалов.

К числу объектов, для которых проблема оптимальной огнезащиты имеет особенно большое значение, относятся:

- СК с нормируемыми пределами огнестойкости (колонны, балки, ригели, плиты перекрытий, рамные конструкции);
- огнестойкие воздухо- и газоды системы противодымной защиты зданий и сооружений;
- кабельные коммуникации различных типов (силовые, осветительные, контрольные) и кабельные проходки через огнестойкие строительные конструкции;
- резервуары с нефтепродуктами и сжиженными газами и другие элементы нефтегазодобывающего и нефтехимического комплекса. В условиях пожара перечисленные объекты подвергаются совместному действию силовых нагрузок и высокотемпературного нагрева. Продолжительность огневого воздействия может достигать 2,5 ч и более.

Согласно СНиП 21-01-97* [3] одной из основных характеристик пожарной безопасности зданий и сооружений является степень их огнестойкости. Степень огнестойкости здания определяется огнестойкостью его строительных конструкций.

Показателем огнестойкости СК является предел огнестойкости, который определяется по времени (в минутах) наступления одного или последовательно нескольких нормируемых для данной конструкции признаков предельных состояний:

- потери несущей способности (R);
- потери целостности (E);
- потери теплоизолирующей способности (I).

В таблицах СНиП 21-01-97* приведены значения требуемых пределов огнестойкости различных строительных конструкций зданий. Для противопожарных преград (стен, перегородок, перекрытий) в зависимости от их типа устанавливаются пределы огнестойкости от REI 15 до REI 150. (цифры обозначают нормируемый для конструкций данного типа предел огнестойкости в минутах)

В зависимости от степени огнестойкости зданий для его несущих элементов устанавливаются пределы огнестойкости от R 15 (III степень) до R 120 (I степень). Для наружных стен здания устанавливаются пределы огнестойкости от RE 15 (III степень) до RE 30 (I степень); для перекрытий междуэтажных, в том числе чердачных и над подвалами, – от REI 15 до REI 60; для внутренних стен лестничных клеток – от REI 45 до REI 120, а для маршей и площадок лестниц – от R 30 до R 60.

Для некоторых уникальных зданий и сооружений, опасных производств устанавливаются более жесткие показатели огнестойкости. Например, для СК подземных сооружений задают более высокие значения требуемых пределов огнестойкости по сравнению с наземными зданиями (180 мин и более).

Наименьшую огнестойкость имеют металлические конструкции [5]. Предел их огнестойкости зависит в первую очередь от приведенной толщины металла (Под приведенной толщиной металла понимается отношение площади сечения элемента к обогреваемой части параметра сечения). Так например, стальные балки, прогоны, ригели, колонны, стойки и др. с приведенной толщиной металла 3, 5, 10, 15, 20, 30 мм имеют пределы огнестойкости 5, 9, 15, 18, 21, 27 мин соответственно. СНиП 21-01-97* допускает применение незащищенных стальных конструкций в тех случаях, когда минимальный требуемый предел огнестойкости конструкции указан R 15 (RE 15, REI 15), за исключением случаев, когда предел огнестойкости несущих элементов здания составляет менее R 8. В этих случаях, а также во всех остальных, когда требуемый предел огнестойкости конструкций превышает R 15 (RE 15, REI 15), повышение их огнестойкости до требуемого уровня производится с помощью огнезащиты.

При использовании деревянных конструкций в большинстве случаев должны приниматься меры по снижению горючести и пределов распространения огня. Это достигается применением огнезащитных пропиток или специальных покрытий.

Кроме этого к несущим и ограждающим конструкциям из дерева могут предъявляться требования по огнестойкости. Деревянные конструкции обладают низким уровнем огнестойкости. Например, деревянные клееные балки прямоугольного сечения 31–72 x 12–21 см, применяемые в покрытиях производственных зданий, имеют предел огнестойкости 30 мин. Деревянные клееные колонны прямоугольного сечения 19 x 30 см, нагруженные с эксцентриситетом 6 см, при нагрузке 274 кН имеют предел огнестойкости 45 мин [4].

Согласно пособию по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов [6], пределы огнестойкости конструкций из древесины определяются с учетом скорости ее обугливания. При этом учитывается, что огнезащитная обработка практически не уменьшает скорости обугливания древесины. Повышение огнестойкости этих конструкций до требуемого уровня производится с помощью огнезащиты требуемой толщины.

Таким образом, проблема обеспечения огнестойкости СК особенно актуальна для металлических и деревянных конструкций, а также легких ограждений зданий и сооружений различного назначения. В некоторых случаях, в частности для подземных сооружений, она становится важной и для железобетонных конструкций.

В пособии [6] даны рекомендации по установлению размеров железобетонного элемента и толщины защитного слоя бетона в зависимости от его вида, класса арматуры, типа конструкции, формы поперечного сечения и других факторов для обеспечения требуемого предела огнестойкости.

В тех случаях, когда принятое в соответствии с рекомендациями расстояние до оси арматуры железобетонного элемента не обеспечивает требуемого предела огнестойкости или принятое конструктивное исполнение элемента не удовлетворяет ограничениям по массе, материалоемкости и стоимости, применяют огнезащиту.

Исследования показали, что в огнезащите нуждаются, главным образом, сборные многослойные, пустотные, ребристые, тонкослойные панели и плиты, конструкции с внешним армированием, конструкции из полимербетона [5]. Причем для конструкций из полимербетона помимо огнестойкости актуально снижение горючести материала.

В случае подземных сооружений, в которых бетон несущих конструкций может иметь повышенную влажность, увеличение толщины защитного слоя бетона как средство обеспечения требуемых пределов огнестойкости не эффективно из-за опасности его взрывообразного разрушения в условиях пожара.

Глава 1. Пассивная огнезащита

1.1. Средства и способы огнезащиты

Повышение огнестойкости конструкций до требуемого уровня осуществляется с помощью соответствующей огнезащиты.

Понятие «огнезащита» предполагает использование различных средств огнезащиты – огнезащитных составов или материалов. За рубежом в случае использования средств огнезащиты иногда применяют термин «пассивная огнезащита». При этом под активной огнезащитой понимается использование систем пожарной сигнализации, автоматического пожаротушения (спринклерных и дренчерных установок) и др.[3]

Главная задача пассивных средств огнезащиты – предотвратить возникновение пожара, а если он все-таки произошел, дать возможность людям покинуть здание, сохраняя несущие конструкции здания, и препятствовать дальнейшему развитию огня, что значительно сокращает материальные убытки.

Пассивная огнезащита строительных конструкций – один из основных способов обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. За последние десять лет произошло резкое ужесточение нормативных требований к огнестойкости строительных конструкций и инженерных сетей, что нашло отражение в материалах федерального закона N2123 от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». [5]

Защита объектов от огневого воздействия осуществляется следующими способами:

- а) бетонирование, оштукатуривание, обкладка кирпичом (конструктивный способ);
- б) облицовка объекта огнезащиты штатными материалами или установка огнезащитных экранов на отnose (конструктивный способ);
- в) нанесение непосредственно на поверхность объекта огнезащитных покрытий (окраска, обмазка, напыление и др.);
- г) пропитка подповерхностных слоев конструкций огнезащитным составом;
- д) комбинированный (композиционный) способ, представляющий собой рациональное сочетание различных способов. Первый из них традиционно используется для строительных конструкций, к которым не предъявляется требование пониженной массы. Остальные способы могут применяться для всех перечисленных выше объектов.

Основными компонентами средств огнезащиты являются:

- а) термостойкие наполнители:

- вермикулит вспученный и невспученный (сырье);
- перлит вспученный и невспученный (сырье);
- керамзит;
- минеральные волокна из базальта, а также каолиновые, кремнеземистые и кварцевые волокна;

б) неорганические вяжущие вещества (воздушные, гидравлические и кислотоупорные):

- жидкое стекло натриевого;
- природный двуводный гипс и природный ангидрит;
- портландцемент;
- глиноземистый цемент;
- фосфатные вяжущие (растворы фосфатов и фосфорных кислот)

в) органические (полимерные) связующие:

- меламиноформальдегидная смола;
- аминосмолы;
- эпоксидные смолы в смеси с аминосмолами и др;
- латексы сополимеров хлористого винила с винилиденхлоридом, бутадиена со стиролом и др.

г) специальные добавки, усиливающие огнезащитную способность композиции, повышающие технологичность огнезащитного состава, увеличивающие прочность, адгезию и долговечность огнезащиты.

В некоторых случаях применяется однокомпонентная огнезащита (без связующего) в виде засыпок в полости или минеральной ваты из волокон, скрепленных силами естественного сцепления.

Поведение материалов и конструкций в условиях пожара имеет следующие особенности.

В условиях пожара дерево, а также композиционные полимерные материалы подвергаются термическому разложению с выделением парогазовой смеси сложного состава и образованием пористого кокса. Это приводит к потере их прочности и жесткости.

Для стали характерно снижение жесткости и прочности с последующим переходом в пластичное состояние.

При нагреве бетон уменьшает свою жесткость и прочность. Кроме того, происходит его дегидратация, сопровождающаяся переносом массы пара. Бетон повышенной влажности испытывает взрывообразное разрушение при огневом воздействии.

Конструкции без огнезащиты деформируются и разрушаются под действием напряжений от внешних нагрузок и температуры. Огнезащита, блокирующая тепловой поток от огня к поверхности конструкций, позволяет сохранить их работоспособность в течение заданного времени.

Вспучивающиеся покрытия на органических связующих увеличивают толщину вследствие образования пенококса, который постепенно выгорает и в конце огневого воздействия может механически отрываться от конструкции.

Для покрытий на минеральных вяжущих, содержащих в своем составе связанную воду, характерно выделение и перенос массы пара, что приводит к блокированию теплового потока в защищаемую конструкцию и замедляет рост ее температуры.

Для вспучивающихся покрытий на минеральных вяжущих характерно как увеличение толщины при нагреве, так и блокирование теплового потока в защищаемую конструкцию за счет выделения и переноса массы пара.

Для огнезащиты из термостойких волокнистых или пористых материалов характерно поглощение и низкая интенсивность переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением при сохранении исходной формы.

Композиционная огнезащита позволяет усилить физические эффекты блокирования теплового потока в защищаемую конструкцию, реализуемые при использовании простых способов огнезащиты.

Основные преимущества и недостатки способов огнезащиты, которыми реализуются типичные средства, приведены в табл. 1.1 [4]

Таблица 1.1. Основные преимущества и недостатки способов защиты

Название способа	Преимущества	Недостатки
Бетонирование, оштукатуривание, обкладка кирпичом	Относительно низкая стоимость материалов	Большая масса (дополнительная нагрузка на конструкции и фундамент). Необходимость применения стальной сетки и (или) анкеров. Большая трудоемкость работ. Сложность восстановления и ремонта
Установка облицовок или экранов из плитных или листовых материалов	Повышенная вибростойкость и долговечность за счет механического крепления к конструкциям. Возможность демонтажа и ремонтпригодность. Высокая производительность работ по установке огнезащиты. Хорошие защитно- декоративные качества	Большие толщины огнезащитных материалов (в случае волокнистых материалов). Высокий уровень паропроницаемости. Перерасход материала при низком уровне требуемых пределов огнестойкости защищаемых конструкций
Нанесение методами набрызга или полусухого торкретирования составов на минеральном вяжущем	Относительно низкая трудоемкость. Возможность эксплуатации в атмосферных условиях (для составов на основе портландцемента)	Низкая вибростойкость и долговечность покрытия при больших толщинах слоев. Большая продолжительность нанесения и невозможность параллельного проведения других работ. Сложность восстановления и ремонта. Трудность обеспечения и контроля заданных толщин покрытия
Нанесение напылением вспучивающихся покрытий	Относительно низкая трудоемкость. Малая толщина покрытия	Низкий уровень достигаемых пределов огнестойкости (до 45-60 мин). Трудность обеспечения и контроля заданных толщин

1.2. Конструктивные способы защиты. Листовые, плитные и рулонные облицовки или экраны

Этот способ огнезащиты находит все более широкое применение в практике.

К числу его преимуществ относится то, что плитные и рулонные материалы можно применять для облицовки конструкций вновь возводимых зданий после введения его в эксплуатацию, а при реконструкции проведение огнезащитных работ возможно без прекращения эксплуатации.

Кроме того, возможен демонтаж огнезащиты этого типа при выполнении работ по усилению несущих конструкций и нанесении антикоррозионных покрытий на металлические конструкции.

Внутренние полости между облицовкой и защищаемой конструкцией можно использовать для монтажа коммуникаций.

Применение данного способа огнезащиты позволяет избежать мокрых процессов при производстве работ и вести монтаж не только при положительной, но и при отрицательной температуре воздуха.

К числу наиболее дешевых и достаточно широко выпускаемых промышленностью средств огнезащиты данного типа относятся гипсокартонные (ГКЛ) и гипсоволокнистые (ГВЛ) листы. Они состоят из слоя гипса плотностью 800-1150 кг/м³, покрытого с обеих сторон картоном толщиной 0,5-0,7 мм.

ГВЛ армированы целлюлозным волокном. Их целесообразно применять в тех случаях, когда существуют повышенные требования к внешнему виду несущих конструкций. Огнезащита из ГКЛ может выполняться в один и более слоев в зависимости от величины требуемого предела огнестойкости стальных конструкций. Для наружных облицовок рекомендуется использовать листы толщиной не менее 14 мм.[4]

Гипсоволокнистые КНАУФ-суперлисты (ГВЛ) соответствуют группе горючести – Г1 (слабогорючие) (по ГОСТ 30244-94), группе воспламеняемости – В1 (трудновоспламеняемые) (по ГОСТ 30402-96), группе дымообразующей способности -Д1 (с малой дымообразующей способностью) (по ГОСТ 12.1.044-89), группе токсичности продуктов горения – Т1 (малоопасные) (по ГОСТ12.1.044-89), группе распространения пламени по поверхности – РП1 (по ГОСТ Р 51032-97).

ГВЛ предназначены для применения в жилых, административных, общественных и производственных зданиях:

- всех степеней огнестойкости, включая I степень;
- всех классов конструктивной пожарной опасности, включая класс СО;
- всех классов функциональной пожарной опасности, включая класс Ф1;
- любых конструктивных систем и типов;
- любого уровня ответственности, включая повышенный;
- различной этажности;

– независимо от климатических и инженерно-геологических условий строительства.

Приоритетными областями применения гипсоволокнистых КНАУФ-суперлистов являются:

противопожарная защита несущих, ограждающих и других конструкций, к которым предъявляются нормируемые требования по пределам огнестойкости при нулевом пределе распространения огня, в том числе:

- стен и потолков на путях эвакуации (в вестибюлях, лифтовых холлах, лестничных клетках);
- стен, перегородок и перекрытий зданий с каркасной конструктивной схемой;
- деревянных элементов конструкций мансардных этажей, включая перекрытия и покрытия;
- колонн, балок, коммуникационных шахт, кабельных каналов и т.д.

1. Устройство стяжек сборных оснований пола КНАУФ

2. Комплексная противопожарная защита и звукоизоляция ограждающих конструкций.[5]

К числу наиболее эффективных средств огнезащиты следует отнести плиты на основе вспученного вермикулита, наиболее термостойкого из легких заполнителей, и минеральных вяжущих. Вермикулитовые плиты на цементе можно использовать и для наружных огнезащитных облицовок.[4]

Несгораемые огнестойкие плиты из вспученного вермикулита **ПВТН** (ТУ 5767-002-43545664-01) используются в промышленном и гражданском строительстве, в черной и цветной металлургии в качестве огнезащитного материала, в нефтеперерабатывающей промышленности, для АЭС.

Применяются для:

- огнезащиты стальных и железобетонных несущих конструкций, межэтажных перекрытий, деревянных строительных конструкций, кабельных трасс;
- монтажа каминов и печей в качестве термозащиты и огнезащиты;
- внутренней обшивки и отделки общественных и производственных объектов.
- противопожарной защиты общественных и служебных объектов, в которых находится большое количество людей и размещается дорогостоящее оборудование;
- повышения пожарозащищенности небольших помещений в жилых районах, банках, магазинах, гостиницах, кинозалах, дворцах культуры, спортивных и других учреждений;
- изготовления в комбинации с другими материалами огнестойких перегородок, дверей, подвесных потолков требуемых классов огнестойкости;
- повышения жаростойкости эвакуационных путей.

Техническая характеристика плит ПВТН представлена в табл.1.2

Таблица 1.2. Техническая характеристика плит ПВТН

Плотность		650-900 кг/куб.м.
Предел прочности при изгибе		не менее 1,0 МПа
Предел прочности при сжатии		>не менее 1,2 МПа
Коэффициент звукопоглощения		0,45 (f=500Гц)
Коэффициент теплопроводности		не более 0,13 Вт/м град
Отгрузочный формат	При толщине от 15 до 65 мм	600x600 мм
	При толщине от 20 до 65 мм	1200x600 мм

Плиты ПВТН при повышенной температуре, возникающей при пожарах, не выделяют никаких газов. Вермикулитовые плиты абсолютно безвредны для здоровья людей, в том числе и при использовании в условиях высоких температур.[6]

Новый строительный материал – алюминиевая композитная панель (АКП) – пришел на Российский рынок в начале 21 века. «Сердцевина панели» – минералопolyмерный средний слой, находящийся между двумя слоями алюминия, обуславливает горючесть материала и является важнейшей составляющей, влияющей на область применения панелей.

Компания «Алкотек» в качестве среднего слоя в АКП, относящихся к группе горючести Г1 (ГОСТ 30244-94), использует материал **«Нормален FR»**.

«Нормален FR» – это группа материалов с различными рецептурами. Среди них есть как высоконаполненные композиции, так и композиции с химическими добавками. Наиболее перспективными являются высоконаполненные минерально-полимерные композиции. Верность этого направления подтверждают и результаты исследований среднего слоя панелей «Алюкобонд» (Alucobond).

Будущее – «Нормален А2». Данный материал должен дать возможность производить панели, относящиеся к группе горючести А2 по DIN 4102.[7]

Для увеличения пределов огнестойкости строительных и инженерных конструкций, трубопроводов применяются маты прошивные огнезащитные базальтовые (МПОБ). Маты изготовлены из базальтового огнезащитного волокна без связующего с облицовочным материалом или без него. Они не выделяют токсичных веществ и не образуют токсичных соединений в присутствии других веществ в воздушной среде и в сточных водах. Маты являются негорючим и невзрывоопасным материалом. Они должны храниться в сухих закрытых помещениях с относительной влажностью не более 80%.

Упаковываются маты в пакеты. Высота штабеля пакетов должна быть не более 2-х метров. При транспортировании матов, упакованных и сформированных в транспортные пакеты, должно быть исключено попадание влаги.

Маты МПОБ прошли государственные испытания, и имеют сертификат пожарной безопасности № ССПБ.RU.УП001.В01821.[8]

Маты из базальтового супертонкого волокна БСТВ-ст прошитого в продольном направлении с обкладочным материалом или без него используются для повышения огнестойкости воздуховодов, систем вентиляции и дымоудаления. Материал относится к группе негорючих материалов (НГ). Применяется при температуре от -200 до + 900°C.

Маты применяются в качестве тепло- звукоизоляции промышленного и бытового оборудования, строительных конструкций, воздуховодов и трубопроводов всех отраслей промышленности, в том числе атомных станций. Техническая характеристика материала представлена в табл.1.3.

Таблица 1.3. Техническая характеристика материала

Марка продукции	Облицовочный материал	Размер, мм			Плотность, кг/м ³ , не более	Сжимаемость %, не более	Влажность по массе %, не более	Теплопроводность Вт/(м*К), °С		
		Длина	Ширина	Толщина				λ25	λ125	λ300
МПБ-30	-	1 500	500	30-70	25-40	25	2	0,030	0,042	0,075
МПБ-30/Ф1	Фольга с 1 стороны	1 700	470	30-80						
МПБ-30/СС1	Стеклосетка с 1 стороны	1 500	500	50-70						
МПБ-50/СТ2	Стеклоткань Т-13,Т-23 с 2 сторон	1 500	500	30-100	41-60	25	2	0,030	0,042	0,075
	Стеклоткань ЭЗ-200 с 2 сторон									
МПБ-50/БТ2	Базальтовая ткань БК-100 с 2 сторон	1 500								

Жесткие минераловатные плиты **Rockwool Conlit** (ТУ 5762-029-45757203-10) используются для защиты стальных конструкций от огня. Плиты изготавливаются из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы. Conlit SL 150 – со стеклотканевой сеткой на одной стороне, Conlit 150 P – без покрытия.

Conlit SL 150 обклеивается вокруг стальных конструкций с помощью клея Conlit Glue (модифицированный силикатный). Плиты относятся к негорючим материалам и принадлежат к классу пожарной опасности строительных материалов КМО (НГ-негорючие материалы). Техническая характеристика Conlit SL 150 представлена в табл.1.4.

Таблица 1.4. Техническая характеристика Conlit SL 150

Показатель	Значение
Плотность, кг/м ³	165
Теплопроводность, Вт/м·К	
λ10	0,038
λ25	0,040
λ125	0,049
λ300	0,075
Размеры, мм	
длина	1000; 1200
ширина	600; 1000
толщина	25; 30; 35; 40-100
Прочность на сжатие при 10% деформации: кПа, не менее	25
Водопоглощение при кратковременном и частичном погружении, кг/м ² , не более	1,0

Преимущества применения плит Conlit:

- высокая долговечность покрытия;
- возможность рассчитывать толщину огнезащиты;
- возможность использовать декоративные покрытия поверх огнезащитного;
- легкость ремонтно-восстановительных работ;
- влагостойкость.

Применение плит обеспечивает предел огнестойкости стальных конструкций от 30 до 240 мин. в зависимости от приведенной толщины конструкции и толщины материала Conlit SL 150.

Одним из критериев выбора нужной толщины огнезащитного покрытия Conlit SL 150 является толщина защищаемой стальной конструкции. Вторым критерием является критическая температура стальной конструкции, находящейся под действием нагрузки. Расчет критической температуры приводится в брошюре «Инструкция по расчету фактических пределов огнестойкости стальных конструкций с огнезащитой из плит Conlit SL 150 производства фирмы Rockwool».

При подготовке поверхности защищаемой стальной конструкции она должна быть:

- сухой;
- очищенной от масла и других компонентов;
- обезжирена каким-либо спиртом или другим растворителем.

Раскрой плит Conlit SL 150 осуществляется ножом Rockwool либо на циркулярной пиле отрезными или алмазными кругами (без зубьев).

Вставки нарезаются в виде брусков шириной не менее 100 мм и толщиной 40 мм. Длина вставки при огнезащитном покрытии двутавра или швеллера определяется исходя из расстояния между полками плюс запас порядка 5 мм. Нарезка основного защитного покрытия для облицовки стального профиля производится исходя из его геометрических размеров.

При складировании на открытом воздухе необходимо избегать контакта материала с грунтом и использовать укрывной влагонепроницаемый материал.

Нанесение клея Conlit Glue осуществляется при температуре выше +5°C. Перед нанесением клей тщательно перемешивается в течении 2-3 мин. При работе остаток свежего клея смывается водой, т.к. засохшие остатки могут быть удалены только механическим способом. В зависимости от температуры и доступа воздуха к склеиваемым поверхностям, время высыхания клея колеблется до 12 часов.[8,9]

Для повышения предела огнестойкости железобетонных плит перекрытий компания Rockwool разработала систему FT Barrier (ТУ 5762-021-45757203-06), которая является частью системы огнезащитных решений Rockfire. Плиты из каменной ваты FT Barrier выполняют и теплоизоляционные функции и крепятся к железобетонной плите перекрытия при помощи стальных анкерных элементов IDMS. Для установки анкеров используются просверленные при помощи перфоратора отверстия. После крепления плиты могут быть покрыты декоративным слоем FT Décor.

Покрытие толщиной 40мм с использованием анкерных элементов обеспечивает для пустотной плиты ППС 60-12-8 (толщина защитного слоя бетона – 20мм) предел огнестойкости, равный 240 мин.

Преимущества плит FT Barrier:

- сочетание теплоизоляции и огнезащиты;
- крепление без клея – всесезонность монтажа;
- возможность других вариантов покрытий (например, стальной профилированный лист).

Плиты относятся к негорючим материалам и принадлежат к классу пожарной опасности строительных материалов КМО (НГ – негорючий материал). Техническая характеристика FT Barrier представлена в табл.1.5.

Таблица 1.5. Техническая характеристика FT Barrier

Показатель	Значение
Плотность, кг/м ³	110
Теплопроводность, Вт/м·К	
λ10	0,036
λ25	0,038
λ125	0,050
λ300	0,090
λА	0,040
λБ	0,042
Размеры, мм	
длина	1000, 1200
ширина	600, 1000
толщина	40-200
Предел прочности на растяжение перпендикулярно лицевым поверхностям, кПа, не менее	7,5
Прочность на сжатие при 10% деформации, кПа, не менее	20
Водопоглощение при кратковременном и частичном погружении, кг/м ² , не более	1,0

Перед установкой FT Barrier поверхность железобетонной плиты следует очистить от загрязнений и прочих неровностей, мешающих плотному прилеганию плиты FT Barrier.

Раскрой плит из каменной ваты осуществляется ножом Rockwool или ножовкой. С помощью соответствующего перфоратора готовятся отверстия из расчета 5 отверстий на одну плиту. Глубина отверстия – 40 мм. В пробуренное отверстие анкерный элемент IDMS с предварительно одетой на него шайбой IDMS-T и ударами молотка вбивается таким образом, чтобы шляпка анкерного элемента плотно зафиксировала плиту FT Barrier. Далее на плиту наносится декоративное покрытие FT Décoq. Краску рекомендуется разбавить 6% воды и тщательно перемешать для получения однородной консистенции. Наносится покрытие в два слоя общей толщиной 2-3 мм. Работы по нанесению декоративного слоя необходимо производить при температуре не ниже +5°С.[9]

Воздуховоды являются одним из самых опасных каналов распространения пламени, поэтому их огнезащита обязательна.

Для повышения предела огнестойкости транзитных воздухопроводов и систем дымоудаления компанией Rockwool разработана система **Wired Mat** (ТУ 5762 -026-45757203-08). Этот вид огнезащитного покрытия обеспечивает предел огнестойкости воздухопроводов от 60 до 240 минут в зависимости от толщины материала Wired Mat.

Rockwool Wired Mat 80 (105) используются при высоких температурах, а также частично для труб с температурой до 1000 градусов Цельсия. Область применения материала: нефтехимическая промышленность, АЭС и другие отрасли.

Wired Mat производится из минеральной ваты Rockwool двух плотностей. Одна сторона мата покрыта сеткой с ячейками 25 мм из гальванизированной проволоки. Мат, кроме того, прошивается гальванизированной проволокой. Изделие также может выпускаться с односторонним покрытием алюминиевой фольгой. Техническая характеристика Wired Mat приведена в табл.1.6.

Таблица 1.6. Техническая характеристика Wired Mat

Температура применения,°С	до +1000
Теплопроводность при температуре 250С, λ25 Вт/(мК)	0,036 (0,035) *
λ100, Вт/(мК)	0,044 (0,044) *
λ300, Вт/(мК)	0,092 (0,083) *
Плотность, кг/м ³	80 (95)*
Водопоглощение при погружении, % по объему (не более)	1
Группа горючести	НГ

* приведена техническая характеристика для Wired Mat 105

Ассортимент:

Wired Mat 80 (105)

Длина	Ширина	Толщина
5000	1000	40
4000	1000	50
3000	1000	60
2500	1000	70-80
2500	1000	80

Наружные поверхности воздуховода должны быть подготовлены для импульсной конденсаторной сварки, т.е.очищены от грязи и, при необходимости, обезжирены. С помощью аппарата контактной сварки к корпусу воздуховода привариваются специальные штифты, на которые затем мат насаживается и блокируется прижимными шайбами. Приварка штифтов осуществляется как к оцинкованным, так и к огрунтованным воздуховодам. В случае с огрунтованными воздуховодами необходимо зачистить грунт в местах приварки штифтов. Между собой маты сшиваются гальва-

низированной проволокой. Маты по своим размерам должны быть нарезаны таким образом, чтобы при монтаже они целиком закрывали воздуховод по периметру. Допускается даже небольшой нахлест с последующим уплотнением стыка матов. С целью повышения надежности огнезащитного покрытия, нижний мат не подрезается, а используется в целом виде, чтобы перекрыть максимальную часть периметра воздуховода. Остальные маты могут подрезаться по размеру воздуховода.

Предел огнестойкости воздуховода с изоляцией Wired Mat 80 представлен в табл.1.7.

Таблица 1.7. Предел огнестойкости воздуховода

Толщина, мм	Предел огнестойкости, мин.
40	60
50	90
60	150
70	180
80	240

При складировании на открытом воздухе необходимо избегать контакта материала с грунтом и использовать укрывной влагонепроницаемый материал. [9]

FIREBATTS – жёсткие теплоизоляционные плиты, изготовленные из импрегнированной минеральной ваты Rockwool.

Rockwool Firebatts может иметь алюминиевую фольгу с одной стороны.

Применяется для температур не выше 750°C. Техническая характеристика плит представлена в табл.1.8.

Таблица 1.8. Техническая характеристика плит

Температура применения, °C	до +750
Теплопроводность при температуре 250С, λ_{25} Вт/(мК)	0,040
λ_{100} , Вт/(мК)	0,050
λ_{300} , Вт/(мК)	0,088
Плотность, кг/м ³	110
Водопоглощение при погружении, % по объему (не более)	1
Группа горючести	НГ

Ассортимент:

Длина	Ширина	Толщина
1000	600	25-100

ООО «КРОЗ» производит специальные огнезащитные панели марки Огнелит и базальтовые плиты **Изовент-П** для огнезащитной обработки металлоконструкций и их защиты до 180 мин.

Огнелит. В зависимости от приведенной толщины металла конструкции и толщины слоя плит материал обеспечивает огнестойкость металлоконструкции от 45 до 180 мин. Обшивку металлических конструкций плитами Огнелит осуществляют путем крепления плит между собой самонарезаемыми винтами.

Плита Изовент-П представляет собой плиту минераловатную, кашированную алюминиевой фольгой. Обеспечивает предел огнестойкости несущих металлических конструкций R 90 и R 150 (толщина плиты – 20 и 40мм соответственно).

Основные преимущества огнезащитных покрытий на основе плит **Огнелит** и **Изовент-П**:

- простота и технологичность монтажа;
- монтаж производится вне зависимости от температуры окружающей среды (в том числе при отрицательных температурах);
- минимальная нагрузка на несущие конструкции;
- виброустойчивость;
- высокий срок службы огнезащитного покрытия.

Для защиты легких металлических конструкций компания разработала материал Изовент-М, который состоит из базальтового фольгированного рулонного материала (ВБОР) и клеевого состава ПВК-2002 и сертифицирован на 90 и 150 мин. (R 90, R150).

Для защиты углепластиковых волокон, которые применяются для укрепления железобетонных конструкций, разработан уникальный материал Изовент-УП, который является ноу-хау ООО «КРОЗ».

Для огнезащиты систем вентиляции во всех типах зданий промышленного и гражданского строительства, в т.ч. в детских учреждениях и помещениях пищевой промышленности компания производит серию огнезащитных покрытий, состоящих из рулонного материала на основе базальтового волокна различных толщин и клеевого состава Изовент (EI 30, EI 60, EI 90, EI 180) и бесклеевые покрытия ОгнеВент-Базальт. Эти материалы представляют собой базальтовые маты различной толщины. Материал ОгнеВент-Базальт способен повысить предел огнестойкости стального воздуховода до EI 60, EI 120 EI 180.

Безопасность электросетей – также одно из основополагающих условий при строительстве зданий, сооружений гражданского и промышленного назначения, стремительно распространяющееся пламя по кабелям и тросам переходит во все доступные помещения. Возгорание кабелей приводит к отключению электричества, как следствие, систем активного пожаротушения. Чтобы не возникло такой ситуации в условиях пожара, при строительстве монтируются огнезащитные короба Огне-

Вент-К, в которых размещают электрический кабель, с пределом огнестойкости 90 и 150 мин.[1]

Конструктивная система огнезащиты металлоконструкций «**ОГНЕМАТ Мет**» («**FIREMAT Met**») включает в себя материал прошивной базальтовый огнезащитный рулонный фольгированный **МПБОР-1Ф**, изготовленный в соответствии с требованиями ТУ 5769-004-02500345-2009, и огнезащитное покрытие по металлу, клеящую смесь **TRIUMF** ТУ 5772-002-72387571-04. Система огнезащиты металла «**ОГНЕМАТ Мет**» предназначена для использования в качестве конструктивного огнезащитного покрытия, повышающего огнестойкость стальных строительных и инженерных конструкций. Обеспечивается огнезащита металлических конструкций, эксплуатируемых во всех типах зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения.

Основные преимущества системы:

- во всех системах огнезащиты металлоконструкций используется один вид клевого покрытия **TRIUMF**, являющийся самостоятельным составом для огнезащиты металлоконструкций;
- клеевое покрытие наносится по выбору заказчика механическим способом или вручную;
- возможно нанесение при температуре окружающей среды до минус 10°С;(при соблюдении определенных условий);
- оптимальное количество слоев нанесения клевого огнезащитного покрытия и огнезащитного базальтового материала;
- высокая виброустойчивость;
- минимальная нагрузка компонентов систем огнезащиты металла на несущие конструкции.

Огнезащитная эффективность комплексной системы «**ОГНЕМАТ Мет**» («**FIREMAT Met**»), монтаж в соответствии с Технологическим регламентом №М-02500345-02/60-90 от 28 июля 2009г. (табл.1.9):

4-я группа огнезащитной эффективности (60 минут, приведенная толщина металла 3,4мм): Материал прошивной базальтовый огнезащитный рулонный фольгированный **МПБОР-5-1Ф**, ТУ 5769-004-02500345-2009, огнезащитное покрытие “**TRIUMF**”, ТУ 5772-002-72387571-04 толщиной не менее 1,2 мм;

4-я группа огнезащитной эффективности (60 минут, приведенная толщина металла 2,4мм): Материал прошивной базальтовый огнезащитный рулонный фольгированный **МПБОР-8-1Ф**, ТУ 5769-004-02500345-2009, огнезащитное покрытие “**TRIUMF**”, ТУ 5772-002-72387571-04 толщиной не менее 1,8 мм;

3-я группа огнезащитной эффективности (90 минут, приведенная толщина металла 3,4мм): Материал прошивной базальтовый огнезащитный рулонный фольгирован-

ный МПБОР-8-1Ф, ТУ 5769-004-02500345-2009, огнезащитное покрытие “TRIUMF”, ТУ 5772-002-72387571-04 толщиной не менее 1,8 мм;

3-я группа огнезащитной эффективности (90 минут, приведенная толщина металла 2,4 мм): Материал прошивной базальтовый огнезащитный рулонный фольгированный МПБОР-16-1Ф, ТУ 5769-004-02500345-2009, огнезащитное покрытие “TRIUMF”, ТУ 5772-002-72387571-04 толщиной не менее 1,8 мм;

1-я группа огнезащитной эффективности (150 минут, приведенная толщина металла 3,4мм): Материал прошивной базальтовый огнезащитный рулонный фольгированный МПБОР-13-1Ф, ТУ 5769-004-02500345-2009, огнезащитное покрытие “TRIUMF”, ТУ 5772-002-72387571-04 толщиной не менее 1,8 мм.

Таблица 1.9. Огнезащитная эффективность базальтового покрытия

Предел огнестойкости, мин	Приведенная толщина металла, мм	Огнезащитная эффективность	Толщина базальтового покрытия, МПБОР-1Ф, мм	Толщина сухого слоя TRIUMF, мм
60	3,4	4-я группа	5 (один слой МПБОР-5-1Ф)	1,2
60	2,4	4-я группа	8 (один слой МПБОР-8-1Ф)	1,8
90	3,4	3-я группа	8 (один слой МПБОР-8-1Ф)	1,8
90	2,4	3-я группа	16 (один слой МПБОР-16-1Ф)	1,8
150	3,4	1-я группа	13 (один слой МПБОР-13-1Ф)	1,8

Технологический процесс монтажа:

Подготовка поверхности стальных конструкций к монтажу включает в себя очистку поверхности от ржавчины, грязи и жировых загрязнений.

Раскрой материала базальтового огнезащитного рулонного МПБОР-1Ф производится на куски требуемого размера, с учетом нахлеста.

Огнезащитное покрытие TRIUMF перед нанесением тщательно перемешивается.

Нанесение огнезащитного покрытия TRIUMF на поверхность осуществляется как вручную, так и агрегатами высокого давления типа СО-154 (СО-150, СО-150А), «Wagner», «Титан», «GRACO» или аналогичными.

Базальтовый огнезащитный рулонный материал накладывается фольгой наружу по влажному слою огнезащитного покрытия. Края материала монтируются внахлест не менее 50 мм.

Для повышения качества монтажа системы огнезащиты металлоконструкций швы проклеиваются лентой алюминиевой монтажной ЛАМС.

При надзоре проведения работ и приемке готового огнезащитного покрытия необходимо контролировать соответствие применяемых компонентов систем (базальтовых материалов и огнезащитного покрытия клеящей смеси) настоящему технологическому регламенту, сертификатам и маркировке.[18]

К конструктивной огнезащите металлоконструкций относятся также три группы систем – ЕТ Металл, ЕТ Профиль, ЕТ Композит.

С их помощью можно защитить абсолютно все виды конструкций: колонны, балки, фермы, ригели, связи, косоуры лестниц и т.д.

ЕТ Металл

Система ЕТ Металл обеспечивает огнезащитную эффективность от 90 до 240 мин. Основным компонентом является плита ЕВРО Лит, толщиной 30-80 мм, которая монтируется на мастику «Плазас». Возможна дальнейшая облицовка негорючими материалами. В табл. 1.10 указан расход материала в зависимости от требуемого предела огнестойкости.

Таблица 1.10. Расход материала

Система	Предел огнестойкости R, мин.	Приведенная толщина металла(ПТМ), мм	Толщина плиты, мм	Материалы и их расход на 1 м ² защищаемой поверхности не менее	
				Плита EURO-ЛИТ, м ²	Состав «Плазас», кг
ЕТ Металл	90	3,14	30	1,1	1,5
	120	3,10	40	1,2	1,6
	150	3,12	50	1,3	1,7
	180	3,10	60	1,4	1,8
	240	3,20	80	1,6	2,0

Преимущества системы:

1. Долговечность(срок эксплуатации не менее 25 лет).
2. Минимальные толщина покрытия и нагрузка на конструкцию.
3. Дополнительная шумоизоляция помещения.
4. Технологичность монтажа, «чистота» процесса.
5. Доступность контроля, ремонтпригодность.
6. Возможность выполнения работ при температуре от -10° С.
7. Возможность последующего оштукатуривания или облицовки негорючими материалами.

Последовательность монтажа:

1. Подготовка защищаемых поверхностей (зачистка, обезжиривание).
2. Раскрой плит «EURO-ЛИТ».
3. Затворение клеевой смеси водой, перемешивание.

4. Вклеивание вставок из плиты «EURO-ЛИТ» в ниши конструкции. При защите конструкций замкнутого профиля (прямоугольная труба и т.п.) вклеивание вставок не производится.

5. Оклеивание конструкций плитой «EURO-ЛИТ» в короб ЕТ Профиль
Компоненты системы.

Материал базальтовый огнезащитный рулонный (МБОР) фольгированный толщиной 8, 10, 13, 16 мм.

Клеящий огнезащитный состав «Плазас»

Огнестойкость R 45, 60, 90, 120 мин, птм – от 2,4 мм. Система рекомендуется для защиты конструкций любого профиля, т. к. материал повторяет конфигурацию поверхности. Предпочтительна для конструкций, не требующих антивандального покрытия.

ЕТ Профиль – идеальное решение для огнезащиты кронштейнов, подвесов и др. крепёжных элементов инженерных сетей.

Преимущества системы:

1. Долговечность (срок эксплуатации не менее 25 лет).
2. Минимальные толщина покрытия и нагрузка на конструкцию.
3. Дополнительная шумоизоляция помещения.
4. Высокая влагостойкость покрытия.
5. Эстетичность внешнего вида.
6. Технологичность монтажа, «чистота» процесса.
7. Доступность контроля и ремонтпригодность.

Система эксплуатируется в сооружениях любого типа при влажности до 90%.

ЕТ Композит

Компоненты системы:

1. Клеящий огнезащитный состав «Плазас».
2. Материал базальтовый огнезащитный рулонный (МБОР) фольгированный толщиной 10, 16 мм.
3. Вставка из минераловатной плиты EURO-ПУФ Н (для системы ЕТ Композит 180).
4. Скоба из п-образного профиля.
5. Уголок 50x50.
6. Оцинкованная полоса.
7. Саморезы.
8. Стекломагнезитовый лист (СМЛ), НГ, толщиной 8, 12 мм.

Огнестойкость R 180 мин., птм – от 3,9 мм. Готовые решения с наружной облицовкой стекломагнезитовым листом. С помощью этой системы можно защитить конструкции, находящиеся на открытом воздухе.

Преимущества системы:

1. Долговечность (срок эксплуатации не менее 25 лет).
2. Эстетичность внешнего вида.
3. Влагостойкость покрытия.
4. Технологичность монтажа, «чистота» процесса.
5. Доступность контроля и ремонтпригодность.

Система эксплуатируется при температуре от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и влажности до 90%.

1.3. Огнезащитные покрытия

Огнезащитные покрытия включают сегодня широкую гамму составов. Это пропитки, краски, лаки, пасты и т. д., обладающие высокой сопротивляемостью к действию огня и высоких температур. Они предназначены для определенных конструкций здания. К основным элементам зданий, обеспечивающим функционирование таких пропиток, относятся:

- несущие и ограждающие конструкции;
- остекление;
- электропроводка;
- воздухопроводы и системы кондиционирования, и др.

Эти элементы различаются материалами, из которых они изготовлены, а также поведением при пожаре и рядом других особенностей. Следовательно, от одного и того же противопожарного состава трудно ожидать пригодности для огнезащиты всех элементов здания. Поэтому разрабатываются специальные составы – для стальных строительных конструкций, конструкций из железобетона, древесины, стекла, для электропроводки, водопровода, вентиляционной системы и др. Но некоторые покрытия пригодны для огнезащиты нескольких элементов здания. [10]

1.3.1. Огнезащитные покрытия для металлоконструкций

Общие требования к огнезащитным материалам, предназначенным для стальных несущих строительных конструкций, изложены в Нормах пожарной безопасности (НПБ 236-97) «Огнезащитные составы для стальных конструкций. Метод определения огнезащитной эффективности». В соответствии с ними, для покрытия стальных конструкций установлено шесть групп огнезащитной эффективности, которые определяются временем – от начала воздействия высокой температуры до достижения поверхностью конструкции температуры 500°C : для первой группы эффективности интервал составляет 150 минут, для второй – 120, для третьей – 90, для четвертой – 60, для пятой – 45 и для шестой – 30.

В настоящее время для защиты стальных конструкций рекомендуется использовать два типа огнезащитных материалов.

Первый тип – композиции на основе минеральных вяжущих (портландцемента, гипса строительного, фосфатов, жидкого стекла), наполненных асбестом (вспученным перлитовым или вермикулитовым песком). Эти композиции наносятся на стальную конструкцию слоем, толщина которого определяется требуемым временем огнезащитной эффективности: чем толще слой, тем дольше такая конструкция защищена от нагревания до 500°C. Однако эти материалы сильно утяжеляют конструкции.

Второй тип – вспучивающие лакокрасочные покрытия (ВЛКП). Для стальных конструкций такая огнезащита является естественным продолжением их конструктивной формы и выполняет роль защиты металла от коррозии. Также ВЛКП должны иметь хорошую адгезию к подложке материала или конструкции, требуемую долговечность в нормальных условиях эксплуатации и технологичность в изготовлении и нанесении. Например, при стандартном пожаре металлическая незащищенная конструкция теряет свою несущую способность и разрушается через 12–15 мин. после начала пожара. При защите такой конструкции вспучивающимися составами ее предел огнестойкости может составить от 30 минут до 2 часов. Огнезащитный эффект таких покрытий основан на теплоизолирующем действии вспененной при тепловом воздействии массы, которая препятствует притоку избыточного тепла к защищаемой поверхности и предохраняет ее от нагревания до критической температуры. Также известно, что при высокотемпературном тепловом воздействии в огнезащитных составах должны происходить фазовые переходы, связанные с поглощением тепла и выделением газообразных продуктов, которые образуют пористую структуру, обладающую повышенной теплоизолирующей способностью (или образуют химические продукты, препятствующие процессу воспламенения и горения). Процесс вспучивания должен проходить при пиропластическом состоянии материала до температур на 100–150°C ниже критической температуры защищаемого материала. При обычной температуре огнезащитное покрытие должно сохранять свои функции отделочного слоя с требуемой долговечностью.

Существует группа ВЛКП на основе силикатного (жидкого) стекла. Они повышают предел огнестойкости конструкции на 30–45 минут. Эти материалы бывают разных видов: силикатно-вермикулитовые (с жидким калиевым стеклом), силикатно-асбестовые (с коротковолокнистым асбестом), силикатно-глиняные (с молотым кирпичом) и силикатно-перлитовые (со вспученным перлитом). Наносятся вещества общедоступными способами – кистью, валиком или пульверизатором. Толщина покрытия – около 1 мм, расход краски – примерно 1–1,2 кг на 1 кв. м. Но у огнезащитных материалов на основе жидкого стекла есть недостаток: со временем они покрываются пятнами (белесый налет) и трещинами, что ухудшает декоративные и эксплуатационные свойства обработанных поверхностей. Причиной этому – хими-

ческое взаимодействие средств с содержащимися в воздухе углекислым и другими агрессивными газами.[10]

В последнее время стали применять покрытия на основе смеси жидкого стекла и графита (термически расширяющиеся графиты получают их обработкой сильными окислителями). Также, в качестве компонентов наполнителей применяют вспученный вермикулит и распушённый асбест.[21]

В качестве альтернативы ВЛКП, которые в современных условиях выпускаются на органических и неорганических основах, в НИИВМ им. В. Д. Глуховского разработаны неорганические вспучивающие материалы на основе щелочных алюмосиликатных систем: $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ (геоцементов). Процесс их вспучивания происходит за счет выделения химически связанной и цеолитной воды из состава продуктов твердения, представленных цеолитоподобными новообразованиями типа гейландита [11, 12, 13, 14-16]. При этом такие покрытия являются еще и коррозионно-стойкими [17] и по основным техническим показателям (огнезащитной способности) не уступают известным аналогам на органической основе.

Огнезащитные пасты и штукатурки

Огнезащита строительных конструкций может осуществляться обмазкой (или механическим нанесением, напылением) огнезащитными пастами и огнезащитными штукатурками. Толщина слоя огнезащитных паст обычно не превышает 0,5-1 см, штукатурок – 2-4 см.

Основное отличие огнезащитных паст и штукатурок от обычных цементно-песчаных шпатлёвок и растворных штукатурных смесей – это отсутствие в качестве связующего портландцемента и заполнителя в виде кварцевого песка. Как известно, портландцемент при твердении наряду с гидросиликатами, гидроалюминатами и гидроферритами выделяет гидроксид кальция, который при действии температур свыше 550°C разлагается. При тушении пожара водой (или просто в контакте с влажным воздухом) идёт обратная реакция, при этом продукт гидратации увеличивается в объёме в 2 раза. Гашёная известь «рвёт» поверхностный слой, образуются «дутики», трещины, которые способствуют проникновению огня внутрь конструкции. Составы с использованием кварцевого песка также не огнестойки.

Огнезащитные пасты и штукатурные растворы готовят на основе силикатного жидкого стекла, строительного гипса, глиноземистого цемента, пуццолановых цементах. В качестве заполнителя используется вспученный (или невспученный) вермикулит, перлит, диатомит, трепел, вулканическая пемза, вулканический туф и др. Применяются также волокнистые наполнители: каолиновая вата и другие минеральные волокна, распушённый асбест.

Простейшие огнезащитные пасты делаются с использованием местных «тощих» глин в смеси с водным раствором сульфитно-дрожжевого щёлока (СДЩ); гипсового

теста с волокнистым минеральным наполнителем и СДЩ. Их рекомендуется применять в сухих помещениях (при относительной влажности воздуха менее 65 %). Значительно более эффективны огнезащитные составы с использованием вермикулита, перлита, каолиновой ваты и соответствующих связующих.

Работами ряда научных коллективов России (ВНИИПО, ЦНИИСК им. Кучеренко, Уралниистромпроекта, СПбГАСУ, ВНИПИ «Тепло-проекта», ВНИИ ЖБИ и др.) исследованы и внедрены в строительную практику огнезащитные пасты и штукатурные растворы. Особенно хорошие огнезащитные свойства установлены у вермикулитовых и перлитовых композиций. Их предел огнестойкости по данным испытаний ВНИКО составляет 3-6 часов.

ОГРАКС-НШ низкоплотный штукатурный материал изготавливается по ТУ 5728-056-13267785-07 и соответствует Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности (Федеральный закон от 22.07.2008г. № 123-ФЗ) статья 136, статья 150. Применяется для огнезащиты металлических конструкций на всех видах объектов гражданского и промышленного строительства, для повышения предела огнестойкости до 240 мин. Эксплуатируется в закрытых помещениях с влажностью до 85% при температуре от -50°С до +60°С. Материал имеет серый цвет, насыпная плотность сухой смеси 220 кг/м³, представляет собой негорючую теплоизоляционную систему, обладающую высокими огнезащитными свойствами, которая позволяет надёжно защищать строительные конструкции от воздействия теплового потока и пламени. Материал не токсичен, не выделяет вредных веществ, не образует токсичных соединений в присутствии других веществ и факторов. Поставляется в полипропиленовых мешках с вкладышем. Предел огнестойкости R150. Толщина огнезащитного покрытия – 30 мм. Теоретический расход – 9 кг/м².

Технология нанесения

Перед применением материал затворяется водой.

Рекомендовано наносить послойно, методом мокрого торкретирования. Также возможно нанесение с помощью штукатурных станций.

Температура воздуха при нанесении не ниже +5°С, относительная влажность не выше 85%.

Защищаемая поверхность должна быть сухой, очищенной от загрязнений, ржавчины, старых лакокрасочных покрытий и т.п, загрунтована. Промежуточная сушка между слоями 3-4 часа, полное высыхание через 28 суток.

При работе следует использовать средства индивидуальной защиты (респиратор, очки). При попадании в глаза необходимо их тщательно промыть водой.

Материал следует хранить и транспортировать при температуре от -50°С до +60°С. Гарантийный срок хранения один год со дня изготовления.

Срок эксплуатации покрытия не менее 25 лет.

Огнезащитный штукатурный состав «СОШ-1»

Состав представляет собой сухую смесь на основе вспученного перлита, армирующего волокна, цементного вяжущего и целевых добавок. Предназначен для защиты от воздействия огня: стальных конструкций, обеспечивая предел огнестойкости от 45 до 150 мин.; несущих железобетонных строительных конструкций высотных зданий, транспортных тоннелей, подземных автостоянок и гаражей, обеспечивая огнестойкость от 45 до 180 мин. (в зависимости от вида бетона конструкции, класса рабочей арматуры и ее положения в сечении конструкции) (ТУ 5765-001-54737814-00).

СОШ-1 обладает малой объемной массой (370-390 кг/м³), благодаря чему при существенно более низких материальных расходах обеспечивает огнестойкость железобетонных конструкций 3 часа при толщине слоя покрытия 20 мм.

Расход состава составляет 3,7 – 4,2 кг/м² при толщине 10 мм.

Поскольку состав выпускается в виде сухой смеси возможно длительно хранить и транспортировать его при любых температурах, в том числе отрицательных, при этом срок хранения без изменений свойств состава составляет 18 месяцев. Состав выпускается в полиэтиленовых мешках по 15 кг.

Непосредственно на месте применения сухая смесь смешивается с холодной водой, и раствор наносится на поверхность конструкции в виде штукатурки «под шубу» посредством типового строительного оборудования. Состав наносится слоями в несколько проходов. Рекомендуемая толщина слоя, наносимого за один проход, 6-8 мм.

Благодаря низкому коэффициенту теплопроводности (0,069 Вт/м·°С) и высокой технологичности при нанесении, состав СОШ-1 может быть рекомендован к применению в качестве эффективного теплоизоляционного материала при строительстве зданий, сооружений, подземных автостоянок и т.п.

По своим технико-экономическим показателям СОШ-1 соответствует лучшим мировым огнезащитным продуктам.

Отличительными особенностями **СОШ-1** являются:

- высокая адгезия к поверхностям;
- вследствие невысокой плотности образует легкое покрытие и не оказывает существенной дополнительной нагрузки на несущие конструкции;
- усадка после высыхания покрытия незначительна, вследствие чего толщина слоя может контролироваться при нанесении состава, а расход огнезащитного состава и трудозатраты при его нанесении существенно снижаются;
- образует покрытие без стыков и температурных мостиков;
- при соблюдении требований нормативной документации покрытие не растрескивается и не отслаивается;
- не содержит вредных для человека и окружающей среды веществ;
- гарантийный срок эксплуатации – не менее 20 лет.[1, 2, 19]

Огнезащитный состав «Монолит М1» (ТУ 5745-049-40366225-03)

Огнезащитный состав Монолит М1 представляет собой смесь минерального вяжущего с целевыми добавками и наполнителями. Покрытие на его основе применяется для защиты несущих металлических огрунтованных конструкций. Покрытие не растрескивается и не отслаивается от поверхности защищаемой конструкции, выдерживает небольшие деформации, удары и другие динамические нагрузки, устойчиво к механической очистке, действию агрессивных веществ и специальным обработкам, не содержит асбеста и других, вредных для здоровья человека и окружающей среды веществ.

Огнезащитный состав Монолит М1 соответствует требованиям I группы огнезащитной эффективности, установленным в НПБ 236-97, может повышать предел огнестойкости металлических конструкций до 150 мин. Сертификат пожарной безопасности № ССПБ.RU.ОП.047.Н.00019. Сертификат пожарной безопасности № ССПБ.RU.ОП.002.В.01999. Сертификат соответствия РОСС RU.ББ05.Н00924. Сертификат гигиенический 50.99.06.574.П.06460.03.4.

Техническая характеристика состава представлена в табл.1.11.

Таблица 1.11. Техническая характеристика состава Монолит М1

Название	Значение
Цвет	серый
Удельный вес покрытия, кг/м ³	460-550
Коэффициент теплопроводности, Вт/м °С	0,15
Удельная теплоёмкость, Дж/кгК	989
Прочность на сжатие, МПа	3,3
Адгезия по ГОСТ 28574 (усилие отрыва) к поверхности конструкции, МПа	0,52
Морозостойкость по ГОСТ 5802-86, циклы	50
Максимальная толщина слоя, наносимого за один проход, мм	< 15
Расход состава при толщине покрытия 10 мм, кг/м ²	3,5 – 4,5

Приведенная толщина металла мм/м	Пределы огнестойкости и группа огнезащитной эффективности				
	R 45/IV группа	R 60/III группа	R 90	R 120/II группа	R 150/I группа
	Толщина покрытия (мм)				
3,4	14	19	24	28	37
> 4,1	12	14	20	24	34
> 5,0	9	11	18	22	29
> 7,0	8	10	17	20	24
> 9,0	7	8	16	18	22

Покрытие наносится на стальные несущие огрунтованные конструкции (колонны, балки перекрытия, связи жёсткости и т.п). Рекомендуемый грунт – на глифталевой основе «ГФ-021». Пыль и грязь удаляются при помощи влажной ветоши, жировые и масляные пятна удаляются при помощи растворителя (рекомендуется использовать растворитель № 646). В случае, если использование растворителя недопустимо, используют растворы моющих средств.

Непосредственно перед нанесением на покрываемую поверхность компоненты краски, основа и отвердитель, смешиваются в соотношении 20:1 соответственно. При необходимости возможно разбавление основы краски ксилолом (толуолом) до 10% объёма. В течение 50 – 60 мин. с момента приготовления полученный объём огнезащитной краски должен быть нанесён на покрываемую поверхность. Во избежание отверждения готовой краски в ёмкости приготовления, не следует смешивать основу и отвердитель заблаговременно в большом объёме.

Покрытие наносится при температуре окружающей среды – не менее +3 °С, относительной влажности воздуха – не более 85 %. Температура поверхности под нанесение должна быть выше точки росы не менее чем на 3 °С.

Состав наносится механизировано при помощи штукатурных агрегатов (СО-154 А, Т-103, МАШ-1, ISO-P5). В агрегат подаётся состав Монолит М1 и вода в весовом соотношении 1:1. Полученный в установке раствор наносится на поверхность конструкции за несколько приёмов в зависимости от необходимой толщины огнезащитного покрытия. Время межслойной сушки – от 2 до 6 час. в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха.

После окончания работ инструменты должны быть немедленно промыты водой.

Эксплуатация покрытия осуществляется как в закрытых помещениях, так и в условиях открытой атмосферы. Температурный режим эксплуатации: -40 до +40 °С.

Срок эксплуатации покрытия составляет не менее 50 лет. Срок хранения состава (в мешках) в помещениях с относительной влажностью воздуха не более 85% при температуре не более +40 °С – 1 год. [20]

Огнезащитное покрытие «Девиспрей» (ТУ 5767-003-20942052-02)

Огнезащитное покрытие Девиспрей состоит из муллитокремнеземистого волокна, неорганического связующего и целевых добавок. Покрытие представляет собой негорючую теплоизоляционную систему, обладающую высокими теплозащитными свойствами, малой воздухопроницаемостью, эффективно предохраняющую строительные конструкции от воздействия теплового потока и пламени.

Покрытие применяется в качестве огнезащиты стальных и железобетонных несущих и ограждающих строительных конструкций на всех видах объектов гражданского и промышленного строительства, в т.ч. на объектах пищевого, лечебно-профилактического, образовательного и развлекательного назначения.

Девиспрей повышает предел огнестойкости стальных строительных конструкций до 180 мин. Он образует сплошное, повторяющее форму защищаемой конструкции покрытие без стыков и температурных мостиков, выдерживающее вибрацию и небольшие деформации защищаемых конструкций, под воздействием огня не растрескивается и не отслаивается от защищаемой поверхности. Покрытие не изменяет свои огнезащитные, а также физико-химические свойства в процессе эксплуатации зданий и сооружений и не разрушает существующую антикоррозионную защиту. Девиспрей не имеет в своем составе асбестосодержащих и других, вредных для здоровья человека и окружающей среды, компонентов.

Металлические поверхности, предназначенные для нанесения покрытия, должны быть загрунтованы, обеспылены и не иметь органических загрязнений. Поверхность грунтовочного слоя должна быть матовой и не иметь повреждений (трещин, отслоений, вздутий) и налета продуктов коррозии. Адгезия грунтовочного слоя к металлической поверхности должна быть не менее 2 баллов по ГОСТ 15140 (по методу решетчатых надрезов). Для обезжиривания поверхности следует использовать жидкие щелочные моющие средства. Остатки моющего средства должны быть тщательно удалены водой. Стальные конструкции без антикоррозионного покрытия должны быть тщательно очищены от ржавчины и грязи механическим способом (желательно при помощи пескоструйной установки) и покрыты антикоррозионной грунтовкой в соответствии со СНиП 2.03.11 -85 . Для повышения сцепления огнезащитного покрытия с поверхностями металлических конструкций рекомендуется дополнительно обработать поверхности соответствующей грунтовкой. Грунтовка должна равномерно смачивать поверхность. Огнезащитное покрытие можно наносить после полного высыхания грунтовки.

Нанесение покрытия и формирование покрытия должны осуществляться при температуре воздуха не ниже +5 °С. Температура не должна опускаться ниже в течение всего времени формирования огнезащитного покрытия (30 суток).

Огнезащитное покрытие Девиспрей наносится на защищаемые поверхности штукатурными агрегатами методом сухого торкретирования. Использование ручных методов нанесения недопустимо. В качестве воды затворения можно использовать как питьевую, так и техническую воду, не содержащую поверхностно-активных веществ, которые могут неблагоприятно влиять на процесс затворения и адгезионные свойства покрытия. Для нанесения покрытия рекомендуется использовать штукатурные агрегаты (машины торкретирования) ISO 40, ISO Minijet, Eole B380 и Eole S220. Контроль при нанесении осуществляется по внешнему виду и толщине покрытия. Толщина покрытия определяется сразу после нанесения. Измерение проводится с точностью не более 1 мм. За толщину покрытия принимают среднее значение измерений толщин покрытия, если расхождение между максимальным и минимальным значением толщины не превышает 30% от среднего значения. Покрытие готово к эксплуатации через 30 дней после нанесения последнего слоя. Огнезащитные покрытия обладают незначительной усадкой, поэтому толщина покрытия сразу после нанесения незначительно отличается от толщины после формирования покрытия.

Для предотвращения пыления, придания покрытию эстетических свойств, защиты от воздействия атмосферы и агрессивных сред поверхность покрытия можно оштукатурить финишной шпатлевкой или покрасить. Техническая характеристика покрытия приведена в табл.1.12.

Таблица 1.12. Техническая характеристика покрытия Девиспрей

Название	Значение
Цвет покрытия	бело-серый
Плотность покрытия	150-180 кг/м ³
Срок службы покрытия	не ограничен
Температура плавления	выше 1200 °С
Удельная теплопроводность покрытия	0,046 Вт/мК
Теплоемкость	1,0 кДж/кгК
Расход для получения покрытия толщиной 10 мм (без учета технологических потерь)	1,5-2,1 кг/м ²

Номограмма для определения толщины огнезащитного покрытия Девиспрей для несущих стальных конструкций при критической температуре прогрева от 500 °С и выше (рис. 1.1).

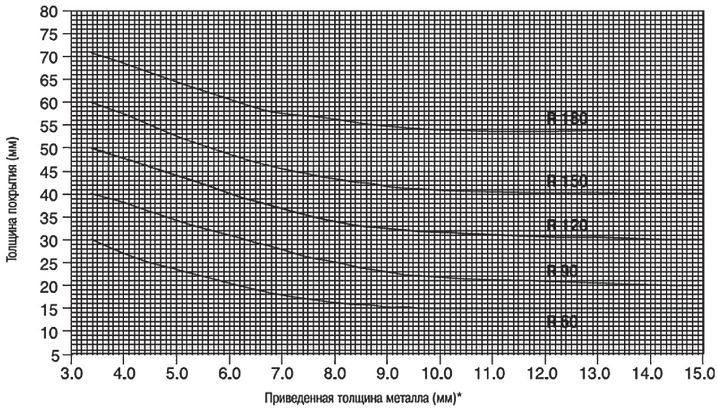


Рис. 1.1

*Приведенная толщина металла – отношение площади поперечного сечения металлической конструкции к обогреваемой части ее периметра

Огнезащитный состав Девиспрей (сухая смесь) упаковывается в многослойные полиэтиленовые или полипропиленовые мешки. Хранение должно производиться в закрытых складских помещениях при температуре окружающей среды от -40 до $+50$ °С в условиях, не допускающих уплотнение состава. Срок хранения – 12 месяцев с даты изготовления.

Для защиты от пыли при нанесении покрытия необходимо использовать средства защиты дыхания. Инструмент и оборудование после работы промываются водой. [21]

Огнезащитное покрытие «Неоспрей» (ТУ 5767-011-20942052-05)

Огнезащитное покрытие Неоспрей состоит из вспученного вермикулита, неорганического связующего, наполнителей и целевых добавок. Огнезащитное покрытие представляет собой негорючую теплоизоляционную систему, обладающую малой воздухопроницаемостью и высокими теплозащитными свойствами, позволяющими защитить строительные конструкции от воздействия теплового потока и пламени в течении заданного времени. Материал поставляется в виде сухой смеси.

Неоспрей применяется в качестве огнезащиты стальных, железобетонных несущих и ограждающих строительных конструкций на всех видах объектов гражданского и промышленного строительства, в т. ч. на объектах пищевого, лечебно-профилактического, образовательного и развлекательного назначения.

Покрытие повышает предел огнестойкости стальных строительных конструкций до 4-х часов, является высокоэффективным теплоизолятором и под действием огня не изменяет внешний вид, не растрескивается и не отслаивается от поверхности за-