

СПОСОБНОСТЬ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ГЕОЦЕМЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ К ВСПУЧИВАНИЮ ПОСЛЕ ИСКУССТВЕННОГО СТАРЕНИЯ

Возрастающая частота и интенсивность пожаров, наносящих значительный материальный ущерб и несущих гибель и травмы людям, заставляют искать новые методы предотвращения последствий этого бедствия (фото 1). Одним из таких методов является огнезащита строительных конструкций путем нанесения специальных огнезащитных покрытий.

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;
- воздуховоды 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 необходимо разрабатывать специальные составы — для стальных строительных конструкций, конструкций из железобетона, древесины, стекла, для электропроводки, водопровода, вентиляционной системы и др. Разумеется, некоторые пропитки пригодны для огнезащиты нескольких элементов здания. Общие требования к огнеза-



Фото 1. Достаточно известные в мире пожары: а) 27 августа 2000 г. в Москве — Останкинская телебашня; б) 11 сентября 2001 г. в Нью-Йорке — здания Всемирного торгового центра

щитным 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 °С: 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 связующих (обычно портландцемента, гипса строительного, фосфатов, жидкого стекла), наполненных асбестом (вспученным перлитовым) или вермикулитовым песком. Эти композиции наносят на стальную конструкцию слоем, толщина которого определяется требуемым временем огнезащитной эффективности: чем толще слой, тем больше такая конструкция защищена от нагревания до 500 °С. Однако эти материалы сильно утяжеляют конструкции.

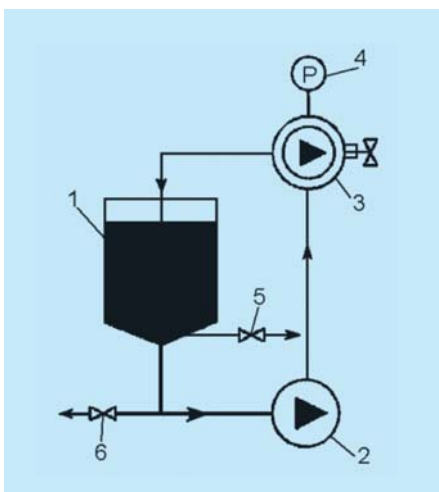


Рис. 1. Гидравлическая схема РАМП: 1 — емкость с суспензией; 2 — насос; 3 — РАМП; 4 — манометр; 5, 6 — вентили



Фото 2, 3. Вид роторного аппарата (РАМП) в натуральную величину



а) 24,3 см

б) 22 см

в) 22 см

Фото 3. Вязкость (ν , см) огнезащитных вспучивающихся композиций по Суттарду: составы а) — №1, б) — №2, в) — №3

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 минут 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 повыша-

ют 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 — одной из форм стали). Наносят 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 — химическое взаимодействие средств с содержащимися в воздухе углекислым и другими агрессивными газами.

В качестве альтернативы ВЛКП, которые в современных условиях выпускаются на органических и неорганических основах, в НИИВМ им. В. Д. Глуховского разработаны неорганические вспучивающиеся 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 [1, 2, 4, 6 — 8]. При этом такие покрытия являются еще и коррозионно-стойкими [9] и по основным техническим показателям (огнезащитной способности) не уступают известным аналогам на органической основе.

Вспучивающимся покрытиям на основе геоцементов посвящено достаточно много работ сотрудников НИИВМ, но в этой публикации впервые приведены данные

по исследованию способности к вспучиванию огнезащитных геоцементных покрытий, подвергнувшихся искусственному старению.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для получения вспучивающихся покрытий в качестве базовых связующих веществ алюмосиликатного состава выбраны геоцементы, в которых вещественный состав реакционных смесей рассчитывали таким образом, чтобы готовые суспензии отвечали формулам: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ (6S). В качестве отвердителей использовали карбонат кальция, доломит и $\text{Al}(\text{OH})_3$, а в качестве заполнителей — графит марки ГЛ-1 дисперсностью 120–280 мкм, перлит природный крупностью зерен не выше 0,125–0,63 мм и гранулят алюмосиликатного состава [3], полученный по технологии сиопора, крупностью зерен не выше 0,125–0,63 мм. Составы вспучивающихся огнестойких покрытий приведены в табл. 1.

При приготовлении геоцемента использовали роторный аппарат с модуляцией потока РАМП (фото 2) [5], а защитного вспучивающегося покрытия — смеситель НОВОРТ.

Вязкость вспучивающихся защитных композиций (фото 3) определяли с помощью вискозиметра Суттарда. Ее величина не должна быть меньше 17,5 см [4].

Данный показатель важен с точки зрения нанесения защитных покрытий на металлическую подложку как с помощью распылительных устройств, так и вручную. Защитные покрытия наносили на подготовленные металлические поверхности (пластины размерами 60x120x3 мм). Твердение вспучивающихся геоцементных композиций проходило при температуре 20 °C в течение 7 суток.

Для определения сохранения огнезащитной эффективности геоцементных покрытий в процессе эксплуатации применяли ускоренные методы старения: первый — согласно НПБ 251-98, Россия, второй — согласно НПБ, США.

Первый метод: испытания проводили на шести образцах, из которых произвольно выбирали три основных и три контрольных. На трех контрольных образцах определяли огнезащитные свойства. Три основных образца последовательно выдерживали 8 час. в сушильном шкафу при температуре 60 ± 5 °C, 16 час. — в эксикаторе с относительной влажностью воздуха 100% и при нормальной температуре; 8 час. — в сушильном шкафу при температуре 60 ± 5 °C; 16 час. — в нормальных условиях. Эти операции составляют один цикл. Испытания включали семь циклов по представленной схеме. По истечении указанного срока образцы выдерживали в нормальных условиях не менее 48 час. Определяли огнезащитные

Табл. 1. Составы вспучивающихся композиций

№1	№2	№3
Связка 6S — 64,29%	Связка 6S — 60 %	Связка 6S — 80 %
Заполнитель — 28,57%	Заполнитель — 19 %	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ — 3 %
CaCO_3 — 7,14%	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ — 7,14%	$\text{Al}(\text{OH})_3$ — 2 %
	Перлит — 7%	Графит ГЛ-1 — 15 %

Примечание: состав №3 максимально приближен к составу огнезащитной вспучивающейся краски ОЗК-Д-1 [38]

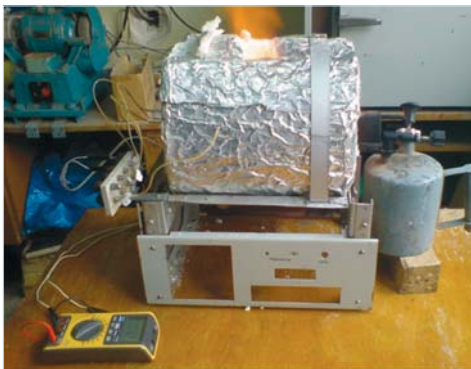
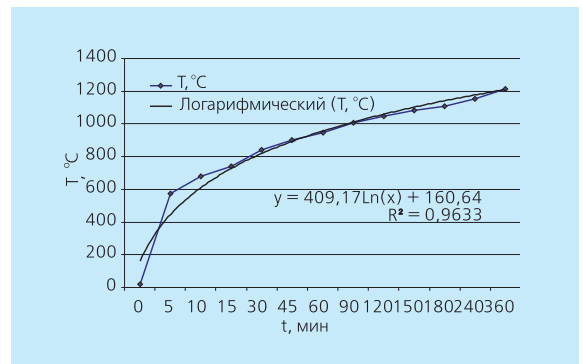


Фото 4. Испытания образцов защитных покрытий на способность к вспучиванию после искусственного старения



Стандартная кривая распространения пожара

свойства по формуле (%): $P = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1}$, где: m_1 — масса образца до испытаний (г); m_2 — масса образца после испытаний (г).

Покрытие считается выдержавшим испытание на устойчивость к старению, если сохраняется его целостность (отсутствуют трещины, разрушения, отслаивания и т. д.), а огнезащитные свойства при этом снижаются не более чем на 20% от значений, определенных для контрольных образцов.

Помимо вышеприведенного, определяли и коэффициент вспучивания как одного из важных показателей для огнезащитных покрытий.

Второй метод: испытания проводили на шести образцах, из которых произвольно выбирали три основных и три контрольных. На трех контрольных образцах определяли огнезащитные свойства. Три основных образца последовательно выдерживали 2 месяца в сушильном шкафу при температуре 70 ± 5 °C. По истечении указанного срока образцы выдерживали в нормальных условиях не менее 48 час. Покрытие считается выдержавшим испытание на устойчивость к старению, если сохраняется его целостность (отсутствуют трещины, разрушения, отслаивания и т. д.), а огнезащитные свойства при этом снижаются не более чем на 20% от значений, определенных для контрольных образцов.

Помимо вышеприведенного, определяли и коэффициент вспучивания как одного из наиболее важных показателей свойств огнезащитных покрытий.

Определение способности к вспучиванию составов огнезащитных композиций проводили на специально сконструированной установке (фото 4).

Замеры температур осуществляли мультиметром как в рабочей камере — для контроля подъема температуры во времени (см. график: точка T_3 , стандартная кривая

распространения пожара), так и на обратной стороне металлической пластины (точка T_1 — T_4).

Распределение точек следующее: T_2 — центр, T_1 , T_2 и T_3 находятся на окружности диаметром 50 мм под углом 120°. В качестве термодатчиков использовали хромель-алюмелевые термопары. Зависимость $T = f(t)$ регулировали за счет перемещения источника огня (паяльной лампы), поддерживая таким образом нормальный ход стандартной кривой распространения пожара.

С. Г. ГУЗИЙ, к. т. н., ст. н. с., Научно-исследовательский институт вяжущих веществ и материалов им. В. Д. Глуховского Киевского национального университета строительства и архитектуры (г. Киев, Украина)

Литература

- Кривенко П. В., Пушкарева К. К., Суханевич М. В. «Разработка физико-химических основ направленного синтеза неорганических вяжущих в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ для получения экологически безопасных вспучивающихся материалов». // «Строительство Украины», №2, 1997 г., стр. 46–49.
- Суханевич М. В. «Неорганические вспучивающиеся материалы на основе щелочных вяжущих систем»: Автореф. дис. к. т. н. / Киев, КТУСА, 1997 г.
- Гузий С. Г., Петропавловский О. Н. «Физико-химические особенности построения композиционных материалов пониженной плотности в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2-20\text{H}_2\text{O}-\text{CaCO}_3$ — перлит природный». // Вестник ДГАСА «Композиционные материалы для строительства». — Макеевка: ДГАСА, №1 (38), 2003 г., стр. 84–87.
- Суханевич М. В., Гузий С. Г. «Изучение влияния технологических факторов на свойства щелочных алюмосиликатных систем с

целью получения огнезащитных покрытий». // Научно-технический и производственный журнал «Новые огнеупоры», №3, 2004 г. — М.: ООО «Интернет Инжиниринг», стр. 47–50.

5. Гузий С. Г. «Щелочные алюмосиликатные вяжущие композиции на основе глинозема: основы синтеза, технологии получения и применения»: Доклад 9.2 // [Электронный ресурс] Научно-практическая конференция «Высокотемпературные материалы и технологии в XXI веке» 12–13 ноября, 2008 г., РХТУ им. Д. И. Менделеева, Москва.

6. Pushkareva E. K., Guziy S. G., Sukhanevich M. V., Borisova A. I.: Studying of influence of inorganic modifiers on structure, properties and durability bloating geocement compositions. // 3rd International Conference Alkali Activated Materials Research, Production and Utilization, June 21–22, 2007. Prague. Proceeding. — Praha 10, ceska rozvojova agentura, o.p.s. P. 581–592.

7. Пушкарева Е. К., Гузий С. Г., Суханевич М. В. «Экологически безопасные огнезащитные вспучивающиеся покрытия: состав, свойства, технология получения и особенности применения». Сборник «Строительные материалы, изделия и санитарная техника», №25, 200 г., стр. 95–103.

8. Krivenko P. V., Pushkareva E. K., Guziy S. G., Sukhanevich M. V. Intumescent fire resistant coatings based on alkaline aluminosilicate systems // 32nd International Conference & exposition on Advanced Ceramics & composites, ICACC-0198. 2008, USA

9. Кривенко П. В., Гузий С. Г., Лукаш Грич, Петр Фабиан «Антикоррозионные гецементные композиции для защиты металлоконструкций». // Вестник ОГАСА. Вып. №35. — Одесса: «Город мастеров», 2009 г., стр. 200–206.

10. Сулейманов Ф. Н. «Разработка мероприятий и огнезащитных материалов для обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтегазового комплекса: Автореф. дис. к. т. н.: 05.26.06 / Уфа: УГНТУ, 2001 г.

НОВОСТИ

В ДЕКАБРЕ прошлого года в Санкт-Петербурге состоялся III (ежегодный) Съезд климатических компаний Санкт-Петербурга и Ленинградской области, организованный дистрибьютором климатических систем FUJITSU GENERAL, компанией «АЯК-Нева», и головной компанией «Ассоциация Японские Кондиционеры» (Москва). В мероприятии приняли участие представители более пятидесяти организаций данного сегмента рынка Северо-Западного региона. Также были представлены наиболее крупные объекты суммарной мощностью введенного климатического оборудования более 1 МВт.

В мероприятии приняли участие представители более пятидесяти организаций данного сегмента рынка Северо-Западного региона. Также были представлены наиболее крупные объекты суммарной мощностью введенного климатического оборудования более 1 МВт.