

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

**И.П. Палатинская, С.И. Боровик, В.А. Синтяева,
Н.Е. Редькина, Е.С. Дементьева**

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Пенополистирол – теплоизоляционный полимерный материал, пользующийся широкой популярностью в строительстве малоэтажных зданий эконом-класса (дачные и садовые дома, павильоны, бытовки и т. п.). Но недостатком пенополистирола (ППС) является его высокая пожароопасность. Ранее проведенные исследования показали, что ППС является легковоспламеняемым и горючим строительным материалом. Поэтому разработка огнезащитных покрытий, обеспечивающих снижение горючести пенополистирола, сохранение его теплоизоляционных свойств и не повышающих существенно стоимость материала, остается актуальной проблемой.

Как один из способов снижения горючести в работе рассмотрен метод поверхностного нанесения огнезащитных покрытий, который является наиболее дешевым и доступным.

В работе исследуются негорючие стойкие к горению покрытия для ППС. В результате экспериментов были отобраны наиболее эффективные огнезащитные составы.

Ключевые слова: пенополистирол, огнезащитные составы, негорючие добавки, эффективность покрытий, степень сцепления с поверхностью, огневые испытания, степень выгорания, плавление ППС.

Строительная отрасль с каждым годом развивается, внедряя новые технологии и изменяя требования к строительным материалам. В последнее время возрастают требования к повышению комфортного микроклимата зданий и сооружений с помощью энергоэффективных пенополистирольных теплозащитных ограждающих покрытий.

Широкое распространение пенополистирольных плит обуславливается сочетанием прочностных и теплоизоляционных свойств, низким водопоглощением, легкостью в обработке и переработке, отсутствием угрозы пыления [1]. Конструкции с применением ППС имеют в несколько раз меньшую массу, что позволяет снизить расход на основные несущие элементы (колонны, балки, фермы и т. д.) и уменьшить общую стоимость строительства. Кроме того, использование плит дает возможность сократить энергозатратность строительства малоэтажных зданий [2]. Но в ходе эксплуатации данного материала выявлены ограничения по применению из-за его высокой пожароопасности, высокого дымообразования и токсичности. Полимерные утеплители из пенополистирольных плит имеют низкую температуру воспламенения и высокую скорость распространения пламени. При пожаре плиты плавятся, высокотемпературный плав растекается, что приводит к возникновению новых очагов горения [3, 4]. Поэтому остаются актуальными исследования по снижению пожароопасности пенополистирола с учетом сохранения его высоких теплофизических свойств.

Данная работа посвящена изучению возможности применения доступных огнезащитных композиций для ППС, повышающих его огнестойкость,

сохраняющих теплофизические свойства и не существенно влияющих на стоимость материала.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории «Пожаровзрывобезопасность» кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ЮУрГУ на образцах беспрепессового самозатухающего пенополистирола плотностью 20 кг/м³ и 28 кг/м³ как одного из самых широко используемых теплоизоляционных материалов. Для испытаний использовали образцы в соответствии с ГОСТ 15588-2014 [5].

Образцы обрабатывались огнезащитными покрытиями поверхностным методом нанесения покрытий (как наиболее дешевый и технологичный способ огнезащиты) с помощью малярной кисти или окунанием образца в подготовленные растворы.

По результатам патентного поиска [6] за период с 1978 по 2015 годы установлено, что наиболее эффективными являются неорганические огнезащитные средства. Поэтому первоначально в качестве базовых огнезащитных веществ были выбраны жидкое стекло, ортофосфорная кислота, натрий кремнефтористый. На основании проведенных ранее экспериментальных исследований [7–10] по отбору огнезащитных покрытий был выбран лучший состав – водный раствор жидкого стекла. Дополнительно было предложено исследовать составы на основе водных растворов негорючих дешевых и доступных материалов – жаропрочного и плиточного высокопрочного клея (рис. 1).

Базовые вещества обладают следующими характеристиками.

Жидкое стекло – вещество неорганического происхождения, используют как связующий ком-

понент для изготовления жаропрочных, химически стойких материалов, а также для склеивания и связки строительных материалов. В ходе экспериментальных исследований [7–10] было установлено, что водный раствор жидкого стекла создает на поверхности ППС негорючую пленку, которая ограничивает доступ кислорода, а также понижает горючесть защищаемого образца.

Клей жаростойкий «Гарантсервис». Состав – глина, порошок шамотный, пластификатор, цемент, минеральные и модифицированные добавки. Клеевая смесь обладает высокой силой сцепления с поверхностью и пластичностью. Не стекает с поверхности. Имеет высокую стойкость к воздействию влаги и повышенных температур.

Клей плиточный высокопрочный «Гарант» – полимерный композит из цемента, мрамора, песка, минеральных полимерных добавок, обеспечивающих высокую прочность, водостойкость, адгезию.

Экспериментальные исследования проводились по следующим этапам.

1. Подготовка огнезащитных составов. Были подготовлены три водных состава: на основе жидкого стекла (№ 1), жаропрочного клея (№ 2) и плиточного высокопрочного клея (№ 3). Составы смешивались в соотношении 50 % воды и 50 % основного вещества.

Для замедления скорости распространения пламени по поверхности образца ППС в основные составы дополнительно вводились добавки негорючих веществ, представленные в табл. 1.

2. Нанесение на поверхность образцов ППС плотностью 20 кг/м³ и 28 кг/м³ подготовленных составов и композиций.

3. Сушка образцов при комнатной температуре (21 °С) в течение суток.

4. Визуальная оценка адгезионных свойств покрытий (качество прилипания покрытия) – степени сцепления с поверхностью ППС.

5. Огневое испытание образцов на пламени



Рис. 1. Огнезащитные вещества: а) жидкое стекло; б) жаропрочный клей; в) плиточный клей

Негорючие вещества, используемые в качестве добавки

Таблица 1

| Наименование | Применение в строительстве | Состав |
|---|--|--|
| 1. Шпаклевка финишная белая полимерная «Ветонит» | Финишное выравнивание стен и потолков, пластичная и белая, идеальное сведение слоев | Известняк, полимерный клей |
| 2. Пескобетон М200 | Универсальный недорогой материал, используется в строительных и монтажных работах – изготовление фундаментов, стяжка для пола, и т. д. | Мелкозернистый плотный заполнитель – кварцевый песок и портландцемент |
| 3. Смесь кладочная глино-шамотная жаростойкая «Терракот» | Экологически чистая, высокопластичная смесь для кладки кирпичей в топочных и иных горячих зонах нагреваемых объектов. Обладает высокой силой сцепления (адгезией) с поверхностью | Глина каолиновая высшей очистки, шамот каолиновый, песок |
| 4. Смесь штукатурная высокопрочная жаростойкая «Терракот» | Экологически чистая, высокопластичная смесь; обладает высокой силой сцепления (адгезией) с поверхностью | Глина каолиновая, пыль шамотная каолиновая, связующее жаростойкое |
| 5. Огнеупорная кладочная смесь | Стойкая к высоким температурам до 1600 °С и выше, используется как раствор для кладочных работ | Порошок огнеупорной глины, песок для строительных работ, песок формовочный |
| 6. Побелка садовая «Гарантсервис» | Негорючий порошок, для побелки стволов садовых деревьев от вредителей и солнечных ожогов | Известь, медный купорос |
| 7. Финишная шпаклевка латексная «Лакра» | На основе водной дисперсии акрилового сополимера (латекса), имеет высокую адгезию к основанию и малую усадку | Дисперсия акрилового, микромрамор, пластификатор, функциональные добавки |
| 8. Глина для лепки | Экологичный продукт, безопасный, не содержит химических добавок | Кембрийская глина Чекаловского месторождения Ленинградской области. |
| 9. Глина каолиновая | Высокая огнеупорность, низкая пластичность и связующая способность. Используют для производства шамота, огнеупорного кирпича, и т. д. | Глина с каолинового карьера недалеко от г. Кыштым Челябинской обл. |

Строительные материалы и изделия

спиртовой горелки по ГОСТ 15588-2014 [5]: высота пламени горелки от конца фитиля около 50 мм и расстояние от образца до фитиля горелки около 10 мм; время горения 10 с (по ГОСТ 30244-94 [11] требуется 4 с).

6. Оценка результатов огневых испытаний: визуальная оценка устойчивости покрытия при

огневом испытании, оценка степени выгорания и наличия плавления у образцов ППС.

7. Анализ полученных результатов.

Визуальная оценка сцепления покрытия с поверхностью образца после сушки показала (рис. 2, табл. 2), что покрытия № 1(2), № 2 (2, 3, 4, 10) и № 3 (2, 3, 4, 10) отслаивались и осыпались с по-

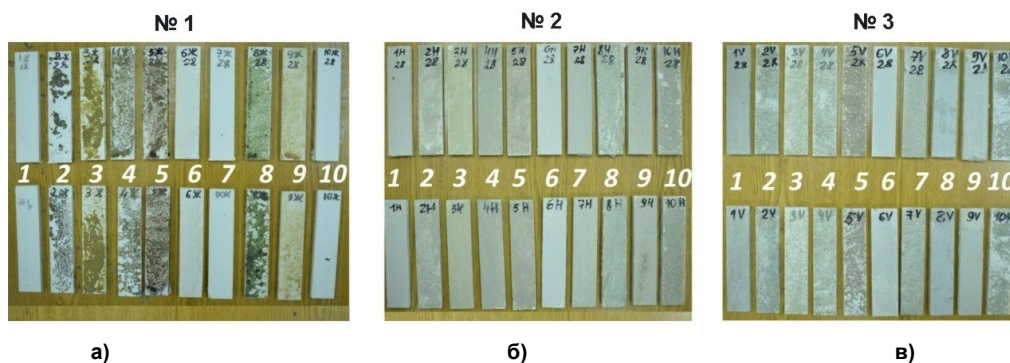


Рис. 2. Обработанные образцы ППС после сушки: а – покрытие на основе жидкого стекла; б – покрытие на основе жаропрочного клея; в – покрытие на основе высокопрочного плиточного клея

Таблица 2

Оценка эффективности огнезащитных покрытий для ППС

| Добавки | Жидкое стекло + H ₂ O + добавка | | Клей жаропрочный + H ₂ O+добавка | | Клей плиточный + H ₂ O + добавка | | | |
|---------------------------------|--|----------------------|---|----------------------|---|----------------------|---|--|
| | 20 кг/м ³ | 28 кг/м ³ | 20 кг/м ³ | 28 кг/м ³ | 20 кг/м ³ | 28 кг/м ³ | | |
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| 1. Vetonit | 25 % + 25 % + 50 % | | 35 % + 35 % + 30 % | | 40 % + 40 % + 20 % | | | |
| Степень сцепления | высокая | | высокая | | высокая | | | |
| Степень выгорания, % | 5 | 5 | 55 | 35 | 25 | 25 | | |
| Плавление | нет | нет | нет | нет | нет | нет | | |
| 2. Пескобетон М200 | 30 % + 30 % + 40 % | | 45 % + 45 % + 10 % | | 45 % + 45 % + 10 % | | | |
| Результат сушки | низкая | | низкая | | низкая | | | |
| Степень выгорания, % | 15 | 10 | 40 | 20 | 75 | 80 | | |
| Плавление | нет | нет | нет | нет | нет | нет | | |
| 3. Смесь кладочная «Терракот» | 30 % + 30 % + 40 % | | 35 % + 35 % + 30 % | | 40 % + 40 % + 20 % | | | |
| Степень сцепления | высокая | | низкая | | низкая | | | |
| Степень выгорания, % | 2 | 25 | 30 | 60 | 50 | 55 | | |
| Плавление | нет | нет | нет | да | нет | нет | | |
| 4. Смесь штукатурная «Терракот» | 30 % + 30 % + 40 % | | 40 % + 40 % + 20 % | | 45 % + 45 % + 10 % | | | |
| Степень сцепления | высокая | | низкая | | низкая | | | |
| Степень выгорания | 5 | 12 | 15 | 30 | 55 | 50 | | |
| Плавление | нет | нет | нет | нет | нет | нет | | |
| 5. Смесь огнеупорная | 35 % + 35 % + 30 % | | 40 % + 40 % + 20 % | | 40 % + 40 % + 20 % | | | |
| Степень сцепления | высокая | | высокая | | высокая | | | |
| Степень выгорания, % | 5 | 5 | 80 | 55 | 40 | 40 | | |
| Плавление | нет | нет | нет | нет | нет | нет | | |
| 6. Побелка садовая | 30 % + 30 % + 40 % | | 40 % + 40 % + 20 % | | 45 % + 45 % + 10 % | | | |
| Степень сцепления, % | высокая | | высокая | | высокая | | | |
| Степень выгорания | 12 | 10 | 60 | 65 | 55 | 55 | | |
| Плавление | нет | нет | нет | нет | нет | нет | | |
| 7. Шпатлевка «Лакра» | 30 % + 30 % + 40 % | | 35 % + 35 % + 30 % | | 40 % + 40 % + 20 % | | | |
| Степень сцепления | высокая | | высокая | | высокая | | | |
| Степень выгорания, % | 5 | 5 | 40 | 10 | 65 | 5 | | |
| Плавление | нет | нет | нет | нет | да | нет | | |
| 8. Глина для лепки | 35 % + 35 % + 30 % | | 40 % + 40 % + 20 % | | 45 % + 45 % + 10 % | | | |
| Степень сцепления | высокая | | высокая | | высокая | | | |
| Степень выгорания, % | 10 | 2 | 20 | 20 | 5 | 5 | | |
| Плавление | нет | нет | нет | нет | нет | нет | | |

Окончание табл. 2

| 1 | 2 | | 3 | | 4 | |
|----------------------|--------------------|-----|--------------------|-----|--------------------|-----|
| 9. Глина каолиновая | 35 % + 35 % + 30 % | | 40 % + 40 % + 20 % | | 35 % + 35 % + 30 % | |
| Степень сцепления | высокая | | высокая | | высокая | |
| Степень выгорания, % | 2 | 5 | 15 | 10 | 10 | 10 |
| Плавление | нет | нет | нет | нет | нет | нет |
| 10. Без добавок | 50 % + 50 % | | 50 % + 50 % | | 50 % + 50 % | |
| Степень сцепления | высокая | | высокая | | высокая | |
| Степень выгорания, % | 20 | 12 | 35 | 35 | 15 | 15 |
| Плавление | нет | нет | да | нет | нет | нет |

верхности пенополистирола при прикосновении. Остальные покрытия характеризовались прочной силой сцепления, т. е. обладали высокой адгезией к поверхности материала.

При огневых испытаниях образцов ППС (рис. 3), покрытых составами на основе водных растворов жаропрочного и плиточного клея, наблюдалось отслоение и осыпание покрытия практически на всех образцах. На основании этого был сделан вывод, что составы № 2, 3 не эффективны в качестве огнезащитных.

Результаты огневых испытаний образцов представлены на рис. 4.

Для количественной оценки эффективности

огнезащитных составов был применен показатель степени выгорания образцов σ , % (в сравнении с первоначальной площадью образца), для качественной оценки – визуальное наблюдение за плавлением образцов при огневом испытании [7–9]. Результаты оценок представлены в табл. 2.

Из анализа полученных результатов огневых испытаний установлено, что низкая степень выгорания и отсутствие плавления отмечено у образцов, покрытых композициями на основе состава № 1, рис. 4, табл. 2.

Покрытия на основе составов № 2 и № 3, в основном, осыпаются во время горения, а образцы имеют высокую степень выгорания. Поэтому было

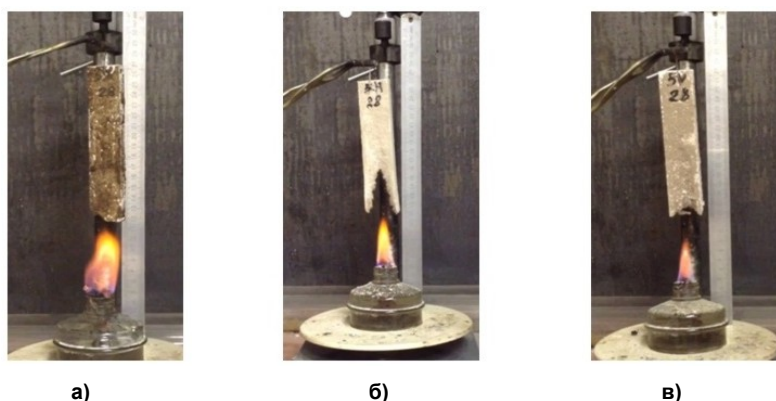


Рис. 3. Сжигание образцов ППС плотностью 28 кг/м^3 на открытом пламени спиртовки с добавкой 5:
а – водного раствора жидкого стекла; б – водного раствора жаропрочного клея;
в – водного раствора плиточного клея



Рис. 4. Обработанные образцы ППС после сжигания: а – покрытие на основе состава № 1;
б – покрытие на основе состава № 2; в – покрытие на основе состава № 3

Строительные материалы и изделия

решено изменить основные составы № 2 и № 3, путем добавления в них жидкого стекла, табл. 3.

Результаты сушки образцов ППС разной плотности, покрытых измененными составами (табл. 3), представлены на рис. 5.

После сушки у покрытий на основе водного раствора жаропрочного клея и жидкого стекла с добавками 2, 4 и 8 и водного раствора плиточно-

го клея и жидкого стекла с добавкой 2 отмечена низкая адгезия покрытия к поверхности материала.

Однако, несмотря на низкую адгезию покрытий, степень выгорания образцов снизилась (рис. 6, табл. 4). Также при сжигании отмечено отсутствие воспламеняемости и плавления пенополистирола.

Таблица 3

Составы водных растворов № 2 и № 3 с добавлением жидкого стекла

| Добавки | Клей жаропрочный | Клей плиточный |
|---------------------------------|--|---------------------------|
| | + Жидкое стекло + H ₂ O + добавка | |
| 1. Vetonit | 20 % + 20 % + 5 % + 55 % | 20 % + 20 % + 5 % + 55 % |
| 2. Пескобетон М200 | 35 % + 35 % + 5 % + 25 % | 30 % + 35 % + 10 % + 25 % |
| 3. Смесь кладочная «Терракот» | 20 % + 20 % + 5 % + 55 % | 20 % + 20 % + 5 % + 55 % |
| 4. Смесь штукатурная «Терракот» | 30 % + 30 % + 5 % + 35 % | 30 % + 35 % + 10 % + 35 % |
| 5. Смесь огнеупорная | 20 % + 20 % + 5 % + 55 % | 20 % + 20 % + 5 % + 55 % |
| 6. Побелка садовая | 30 % + 30 % + 5 % + 35 % | 30 % + 30 % + 5 % + 35 % |
| 7. Шпатлевка «Лакра» | 25 % + 25 % + 5 % + 45 % | 30 % + 30 % + 5 % + 35 % |
| 8. Глина для лепки | 35 % + 35 % + 5 % + 25 % | 30 % + 35 % + 10 % + 25 % |
| 9. Глина каолиновая | 30 % + 30 % + 5 % + 35 % | 30 % + 35 % + 10 % + 25 % |
| 10. Без добавок | 45 % + 45 % + 10 % | 40 % + 45 % + 15 % |

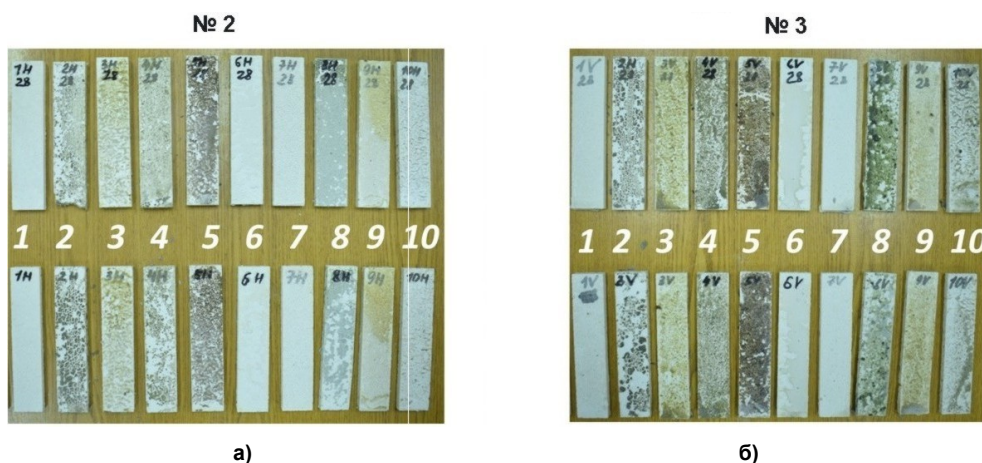


Рис. 5. Образцы ППС после сушки:

а – на основе жаропрочного клея с добавлением жидкого стекла;
б – на основе высокопрочного плиточного клея с добавлением жидкого стекла

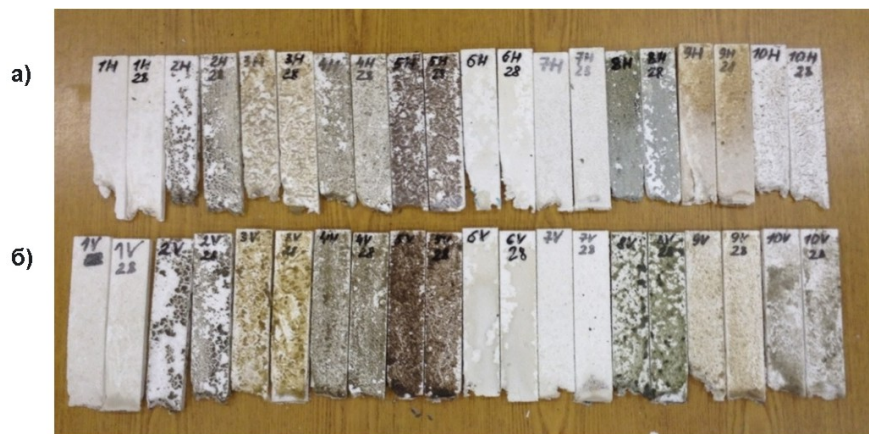


Рис. 6. Обработанные образцы ППС после сжигания:

а – покрытие на основе жаропрочного клея; б – на основе высокопрочного плиточного клея

Таблица 4
Степень выгорания образцов ППС, покрытых составами на основе водных растворов № 2 и № 3
с добавлением жидкого стекла

| Добавки | Степень выгорания σ , % | | | |
|---------------------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Клей жаропрочный | | Клей плиточный | |
| | + Жидкое стекло + H ₂ O + добавка | | | |
| | 20 кг/м ³ | 28 кг/м ³ | 20 кг/м ³ | 28 кг/м ³ |
| 1. Vetonit | 35 | 25 | 5 | 5 |
| 2. Пескобетон М200 | 25 | 25 | 10 | 10 |
| 3. Смесь кладочная «Терракот» | 30 | 30 | 15 | 10 |
| 4. Смесь штукатурная «Терракот» | 30 | 25 | 10 | 10 |
| 5. Смесь огнеупорная | 20 | 10 | 5 | 5 |
| 6. Побелка садовая | 20 | 25 | 5 | 5 |
| 7. Шпатлевка «Лакра» | 10 | 5 | 10 | 5 |
| 8. Глина для лепки | 15 | 15 | 10 | 10 |
| 9. Глина каолиновая | 10 | 10 | 15 | 10 |
| 10. Без добавок | 20 | 20 | 15 | 10 |

Заключение

Проведенные экспериментальные исследования позволили выявить наиболее эффективные огнезащитные составы независимо от плотности пенополистирола, обеспечивающие устойчивость покрытия при огневом испытании (высокую степень сцепления покрытия с поверхностью материала), низкую степень выгорания и отсутствие плавления.

Высокие огнезащитные свойства показал водный раствор на основе жидкого стекла. Использование дополнительно негорючих добавок, таких как Vetonit, смесь огнеупорная, шпатлевка «Лакра», глина каолиновая, усиливает огнезащиту ППС.

Покрытия на основе водных растворов жаропрочного клея и плиточного высокопрочного клея без добавления жидкого стекла оказались не эффективны, а с добавлением жидкого стекла – сопоставимы с результатами покрытий на основе водного раствора жидкого стекла.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы для разработки рекомендаций по снижению пожароопасности строительного теплоизоляционного материала из пенополистирола.

Литература

1. Официальный сайт «Ассоциация производителей и поставщиков пенополистирола» [Электронный ресурс]. – <http://epsrussia.ru/sites/>.
2. Абдюжанов, Р. Пенополистирол и его свойства / Р. Абдюжанов // Строительный эксперт. – 2010. – № 09–10 (306). – С. 13–15.
3. Огнестойкость и пожарная опасность сэндвич-панелей и предложения по внесению изменений в нормативные правовые акты по пожарной безопасности в части их применения в зданиях и сооружениях различного функционального назначения / В.В. Ушапов, В.Е. Фадеев, В.С. Харитонов и др. // Пожарная безопасность. – Балашиха: Изд-во ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ, 2016. – № 4. – С. 119–121.
4. Анализ требований нормативной документации по пожарно-техническим показателям

пенополистиролов / И.П. Палатинская, С.И. Боровик, Е.С. Дементьева и др. // Сервис технических систем – агропромышленному комплексу России: материалы междунауч.-практ. конф. – Челябинск: Изд-во ЮУрГАУ, 2017. – С. 159–165.

5. ГОСТ 15588-2014. Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия.

6. Experimental study on proportioning of flame retardant material for reducing the flammability of expanded polystyrene / I.P. Palatinskaya, S.I. Borovik, N.E. Vladimirova et al. // Modern Science. – 2016. – No. 10. – P. 22–26.

7. Экспериментальные исследования уменьшения горючести и дымообразования при обработке пенополистирола составами с натрием кремнефтористым / В.А. Качур, И.П. Палатинская, С.И. Боровик, Р.Т. Аскараров // Наука ЮУрГУ. Материалы 68-й научной конференции. – 2016. – С. 381–387.

8. Экспериментальные исследования уменьшения горючести и дымообразования при обработке пенополистирола составами с жидким стеклом / Н.Е. Владимиров, И.П. Палатинская, С.И. Боровик, Р.Т. Аскараров // Наука ЮУрГУ: материал 68-й научной конференции. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2016. – С. 374–380.

9. Экспериментальные исследования уменьшения горючести и дымообразования при обработке пенополистирола составами с натрием кремнефтористым / В.А. Качур, И.П. Палатинская, С.И. Боровик, Р.Т. Аскараров // Наука ЮУрГУ. Материалы 68-й научной конференции. – 2016. – С. 395–403.

10. Палатинская, И.П. Экспериментальные исследования дымообразования при сжигании пенополистирола / И.П. Палатинская, С.И. Боровик, Е.С. Дементьева и др. // БЖД глазами молодежи: материалы IV Всероссийской студ. конф. – 2017. – С. 251–255.

11. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.

Палатинская Ирина Петровна – доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), palatinskaya@mail.ru.

Боровик Светлана Ивановна – доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), s2305028@yandex.ru.

Синтяева Виктория Андреевна – магистрант кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), viksa_09@mail.ru.

Редькина Надежда Евгеньевна – магистрант кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), gal4onok1994@mail.ru.

Дементьева Елена Сергеевна – магистрант кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), dementor.el.ru@mail.ru

Поступила в редакцию 2 октября 2017 г.

DOI: 10.14529/build170407

THE STUDY OF EFFICIENCY OF FIRE-PROOF COATINGS FOR FOAM POLYSTYRENE

I.P. Palatinskaya, palatinskaya@mail.ru

S.I. Borovik, s2305028@yandex.ru

V.A. Sintyayeva, viksa_09@mail.ru

N.E. Redkina, gal4onok1994@mail.ru.

E.S. Demytyeva, dementor.el.ru@mail.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Foam polystyrene is a heat-insulating polymer material which is widely used in construction of economy class low-rise buildings (summer and garden cottages, pavilions, makeshift barracks, etc.). A disadvantage of foam polystyrene is its high flammability. Previously conducted research showed that foam polystyrene is an easily flammable building material. Therefore, development of fire-proof coatings which provide a decrease of foam polystyrene's ignitable characteristics, preservation of its heat-insulating properties and which do not significantly increase the material's cost is still a topical issue.

The method of surface application of fire-proof coatings, which is the most cheap and available method, is considered in the article as one of the methods for ignitability reduction.

Non-flammable fire-resistant coatings for foam polystyrene are studied in the article. The more efficient fire-proof compositions are selected in the result of experiments.

Keywords: foam polystyrene, fire-proof compositions, non-flammable additives, coating efficiency, friction value, fire tests, combustion degree, melting of foam polystyrene.

References

1. *Ofitsial'nyy sayt «Assotsiatsiya proizvoditeley i postavshchikov penopolistirola»* [Association of Producers and Suppliers of Expanded Polystyrene]. Available at: <http://epsrussia.ru/sites/>. (accessed 3 October 2017).
2. Abdyuzhanov R. [Styrofoam and Its Properties]. *Stroitel'nyy ekspert* [Construction Expert], 2010, no. 09–10 (306), pp. 13–15.
3. Ushanov V.V. Fadeev V.E., Kharitonov V.S., Shchelkunov V.I., Pavlovskiy A.V., Kosachev A.A. [Fire Resistance and Fire Hazard of Sandwich Panels and a Proposal for Changes in Normative Legal Acts for Fire Safety in Terms of Their Application in Buildings of Different Functional Purposes]. *Pozharnaya bezopasnost'* [Fire Safety]. Balashikha, FGBU VNIPO MChS RF Publ., 2016, no. 4, pp. 119–121.
4. Palatinskaya I.P. Borovik S.I., Dement'eva E.S., Red'kina N.E., Sintyayeva V.A., Khitrik I.V. [Analysis Normative Documentation Requirements on Fire-Technical Parameters of Expanded Polystyrene]. *Servis tekhnicheskikh sistem – agropromyshlennomu kompleksu Rossii: materialy mezhd. nauchno-praktich. konf.* [Technical Systems Service – Russia Agroindustrial Complex. Int. Scientific and Practical Conf.]. Chelyabinsk, FGBOU VO Yuzhno-Ural'skiy GAU Publ., 2017, pp. 159–165.
5. GOST 15588-2014. *Plity penopolistirol'nye teploizolyatsionnye. Tekhnicheskie usloviya* [Polystyrene Insulating Slabs. Specification]. Moscow, Standartinform Publ., 2014 (in Russ.).

6. Palatinskaya I.P., Borovik S.I., Vladimirova N.E., Dementieva E.S., Sintyaeva V.A. [Experimental Study on Proportioning of Flame Retardant Material for Reducing the Flammability of Expanded Polystyrene]. *Modern Science*, Moscow, 2016, p. 22–26.
7. Kachur V.A. Palatinskaya I.P., Borovik S.I., Askarov R.T. [Experimental Study on Reduction Combustibility and Smoke Formation when Processing Expanded Polystyrene Compositions with Sodium Fluorosilicate]. *Nauka YuUrGU. Materialy 68-oy nauchnoy konferentsii* [SUSU Science. LXVIII Scientific Conference], Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2016, pp. 381–387 (in Russ.).
8. Vladimirova N.E. Palatinskaya I.P., Borovik S.I., Askarov R.T. [Experimental Study on Reduction Combustibility and Smoke Formation when Processing Expanded Polystyrene Compositions with Liquid Glass]. *Nauka YuUrGU. Materialy 68-oy nauchnoy konferentsii* [SUSU Science. LXVIII Scientific Conference]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2016, pp. 374–380 (in Russ.).
9. Dement'eva E.S., Kachur V.A., Palatinskaya I.P., Borovik S.I., Askarov R.T. [Experimental Study on Reduction Combustibility and Smoke Formation when Processing Expanded Polystyrene Compositions with Phosphoric Acid]. *Nauka YuUrGU. Materialy 68-oy nauchnoy konferentsii* [SUSU Science. LXVIII Scientific Conference]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2016, pp. 395–403 (in Russ.).
10. Palatinskaya I.P. Borovik S.I., Dement'eva E.S., Red'kina N.E., Sintyaeva V.A. [Experimental Study of Smoke Emission upon Combustion of an Expanded Polystyrene]. *BZhD glazami molodezhi: materialy IV Vserossiyskoy stud. konf.* [Health and Safety Youth Eyes: IV All-Russian Stud. Conf.]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2017, pp. 251–255 (in Russ.).
11. GOST 30244-94. *Materialy stroitel'nye. Metody ispytaniy na goryuchest'* [Building Materials. Methods for Combustibility Test]. Moscow, Standartinform Publ., 1994 (in Russ.).

Received 2 October 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Исследование эффективности огнезащитных покрытий для пенополистирола / И.П. Палатинская, С.И. Боровик, В.А. Синтяева и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 44–51. DOI: 10.14529/build170407

FOR CITATION

Palatinskaya I.P., Borovik S.I., Sintyaeva V.A., Red'kina N.E., Dementyeva E.S. The Study of Efficiency of Fire-Proof Coatings for Foam Polystyrene. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2017, vol. 17, no. 4, pp. 44–51. (in Russ.). DOI: 10.14529/build170407