

НОВЫЕ ОГНЕСТОЙКИЕ ПЕНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Представлены результаты огневых испытаний различных вариантов наружных облицовок модельных (малоразмерных) трёхслойных ограждающих конструкций с теплоизоляцией среднего слоя из нового огнестойкого пенокомпозиционного материала на маломасштабной установке в условиях стандартного температурного режима пожара.

Ключевые слова: огнестойкость, пожарная опасность, горючесть, пенокомпозиционные материалы, коксование.

Е.А. Anokhin, A.B. Sivenkov, F.A. Shutov
**NEW FIRE-RESISTANT FOAM COMPOSITE MATERIALS
FOR ENCLOSING STRUCTURE**

The results of fire tests of different variants of exterior facings model (small) three-ply enclosing structure with thermal insulation mid-layer of new fire-resistant foam composite materials on a small-scale installation in standard temperature mode of a fire.

Key words: fire-resist, fire hazard, combustibility, foam composite materials, carbonization.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 11 сентября 2015 г.

Введение

В мировой и отечественной практике строительства накоплен богатейший опыт применения различных полимерных материалов с соответствующими эксплуатационными, санитарно-экологическими и пожароопасными свойствами. Важнейшей государственной задачей является внедрение новых пожаробезопасных и экологически безопасных материалов, способных обеспечить максимальную технологичность, комфортность и безопасность на объектах различного функционального назначения. Однако, лидирующие позиции на строительном рынке остаются за теплоизоляционными материалами на основе пенополистирола, пенополиуретана и других пенополимеров.

Известно, что пенополистирол относится к синтетическим полимерам, является горючим и имеет температуру воспламенения 310 °С [1]. Удельная теплота сгорания пенополистирола примерно соответствует теплоте сгорания бензина, а скорость горения сопоставима со скоростью горения напалма [2]. Кроме этого, горение пенополистирола сопровождается обильным дымообразованием, а его токсичные продукты горения чрезвычайно опасны для человека [3].

Применение вспененного пенополистирола в строительстве регламентирует ГОСТ 15588-86, согласно которому пенополистирол возможно использовать в строительстве только в качестве среднего слоя строительной ограждающей конструкции [4].

За последнее десятилетие в нашей стране произошел ряд резонансных пожаров с большим материальным ущербом, на которых распространение пламени происходило по теплоизоляционным материалам, применяемым в различных строительных конструкциях. Среди них можно выделить пожар на кровле цеха по производству двигателей завода КаМАЗ, возгорание в клубе "Хромая лошадь" в г. Перми, полное выгорание утеплителя фасадной системы в небоскрёбе в г. Грозный. Использование горючих материалов в фасадных системах повышает класс конструктивной пожарной опасности здания и в случае пожара может привести к быстрому распространению пламени, а также образованию токсичных продуктов горения. Поэтому в настоящее время приобретают большую актуальность исследования, направленные на снижение количества таких пожаров и уменьшение вероятности гибели людей, а также минимизацию материальных потерь от пожаров путём снижения пожарной опасности строительных конструкций.

Авторами настоящей статьи разработана технология получения многоцелевого огнестойкого пенокомпозиционного материала для ограждающих строительных конструкций зданий и сооружений различного функционального назначения.

Результаты исследования и обсуждение

Авторы стремились разработать технологию получения нового огнестойкого теплоизоляционного материала, обладающего высокой теплоизолирующей способностью, долговечностью, низкой стоимостью, а также возможностью изготовления в местах непосредственного применения.

Для разработки огнестойких пенокомпозиционных материалов за основу были взяты известные заливные технологии пенокомпозиционных материалов. Эти передовые технологии строительной индустрии последнего десятилетия обладают наибольшей технологичностью и качественным преимуществом, по сравнению с известными строительными технологиями.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований было разработано семейство отечественных пенокомпозиционных заливочных материалов с торговой маркой PENOCOM[®], которые характеризуются высокой огнестойкостью и низким коэффициентом теплопроводности. Широкий диапазон плотностей (от 30 до 500 кг/м³) позволяет использовать их не только как эффективную теплоизоляцию, но и как конструкционные материалы [5].

Композиции для изготовления материалов PENOCOM[®] принадлежат к так называемым заливочным композициям "холодного отверждения". Материалы изготавливаются без подвода внешнего тепла и давления, то есть по энергосберегающей технологии. После смешивания двух жидких компонентов (каждая из которых представляет смесь нескольких жидких и/или твёрдых веществ) смесь заливается в открытые или закрытые формы любых размеров и конфигураций. Исходным сырьём для производства данного пенокомпозиционного материала служат смеси недорогих отечественных полимерных смол с очень дешёвыми наполнителями из твёрдых отходов ТЭЦ, мусоросжигательных заводов, отходов камне-добывающей промышленности и жидкий вспенивающий агент.

Предварительная экспресс-оценка стойкости нового пеноматериала к воздействию высоких температур проводилась путём воздействия пламени пропановой горелки (рис. 1).

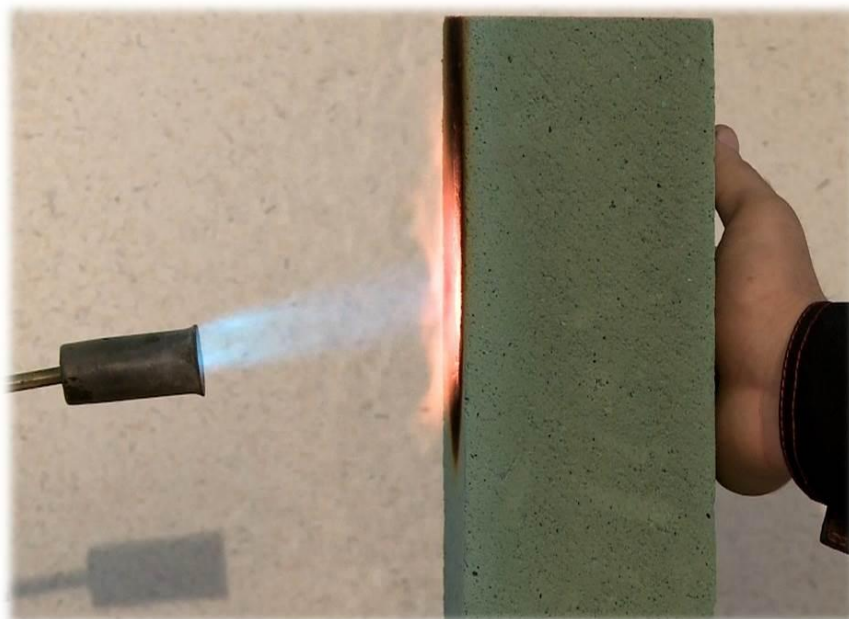


Рис. 1. Экспресс-оценка стойкости нового пенокомпозиционного материала к воздействию высоких температур

Проведённые испытания показывают, что данные материалы обладают высокой устойчивостью к воздействию высоких температур и выдерживают пламя пропановой горелки до 90 минут без возгорания, а также имеют высокие теплоизоляционные свойства в широком диапазоне плотностей [6].

Различные модификации семейства PENOCOM[®] отличаются плотностью, прочностью, цветом, но все они принадлежат к огнестойким материалам с высокими теплоизолирующими свойствами. Все модификации PENOCOM[®] изготавливаются на основе одинаковых компонентов, но при их различном соотношении. Материал может быть изготовлен как в заводских условиях, так и непосредственно на строительной площадке, что существенно снижает транспортные расходы по его доставке потребителю.

Данный пенокомпозиционный материал предполагается использовать в различных строительных ограждающих конструкциях, в том числе в качестве полноразмерных противопожарных преград и диафрагм, а также в качестве теплоизоляции в фасадных системах по заливочной технологии или путём изготовления типовых кладочных материалов.

Для оценки возможности пожаробезопасного применения нового пенокомпозиционного материала в ограждающих конструкциях была проведена серия экспериментальных исследований параметров огнестойкости модельных трёхслойных ограждающих конструкций с теплоизоляцией среднего слоя из материала PENOCOM[®] в условиях стандартного температурного режима пожара, принятого в соответствии с ГОСТ 30247.0-94 [7].

Для огневых испытаний были изготовлены образцы с различными вариантами наружных облицовок (рис. 2):

- конструкция № 1: **цементно-стружечная плита (ЦСП)** – PENOCOM[®] – два слоя **гипсокартонной (ГК)** плиты;
- конструкция № 2: слой древесностружечной плиты OSB – PENOCOM[®] – слой OSB;
- конструкция № 3: один слой магнезита – PENOCOM[®] – два слоя ГК;
- конструкция № 4: один слой OSB – PENOCOM[®] – два слоя ГК;
- конструкция № 5: два слоя ГК – PENOCOM[®] – два слоя ГК.

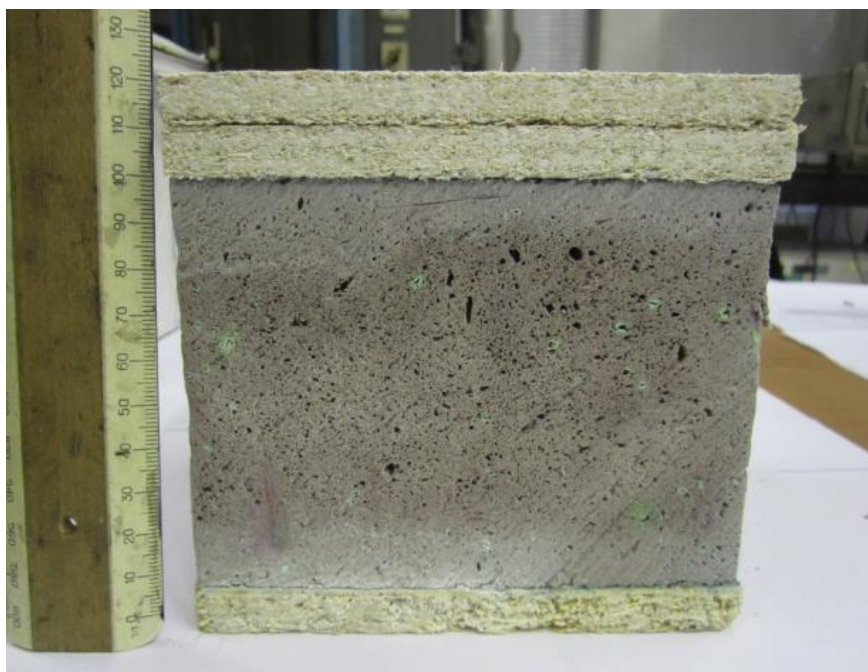


Рис. 2. Общий вид образца модельной ограждающей конструкции до огневых испытаний

Испытания элементов ограждающих конструкций с теплоизоляционным материалом PENOCOM[®] проводились в малогабаритной огневой печи в условиях стандартного температурного режима пожара (ГОСТ 30247.0 [7], ГОСТ 30247.1 [8], ISO 834 [9] и ASTM E-119 [10]):

$$T_f - T_0 = 345 \lg(8\tau + 1),$$

где T_f и T_0 – текущая и начальная температура в камере печи, °C;
 τ – время, мин.

Параметры огнестойкости образцов трёхслойных ограждающих конструкций с теплоизоляцией среднего слоя из материала PENOCOM[®] оценивались по потере теплоизолирующей способности (достижение температуры 180 °С внутри испытуемого образца на установленном расстоянии). Результаты огневых испытаний показывают, что время достижения критической температуры для пяти исследованных модельных трёхслойных конструкций при трёхмерном температурном воздействии заметно различается:

- для конструкции № 1 – 7 минут;
- для конструкций № 2 и № 4 – 5 минут;
- для конструкций № 3 и № 5 – 15 минут.

Анализ степени термического повреждения образцов модельных ограждающих конструкций (конструкция № 3) показывает, что пенокомпозиционный материал имеет высокую склонность к коксованию. Визуально наблюдается образование плотного коксового остатка, что обеспечивает длительное время сохранения высокой теплоизолирующей способности исследуемого материала.



Рис. 3. Характерные термические повреждения материала PENOCOM[®] после воздействия стандартного температурного режима пожара

Результаты оценки прироста температуры в печи, на поверхности образца и внутри образца во время огневых испытаний конструкций № 3 и № 4 представлены на рис. 4 и 5.

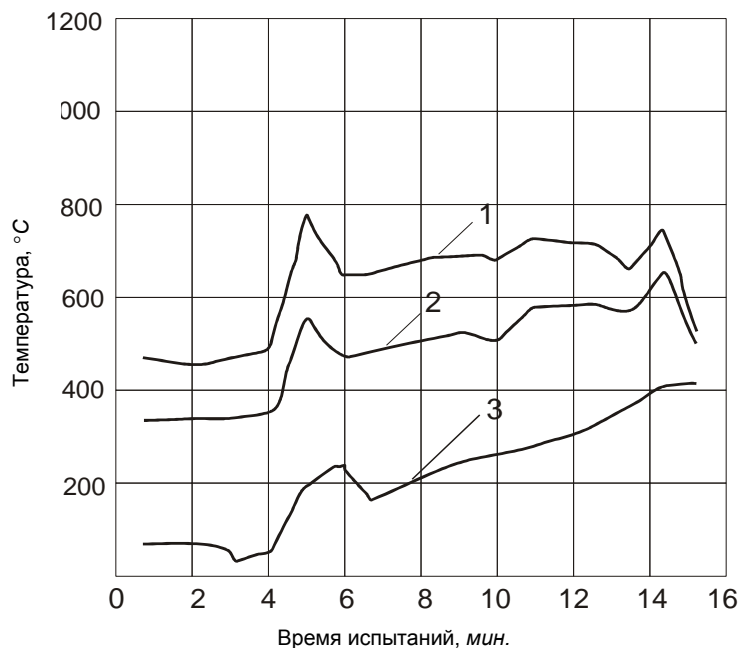


Рис. 4. Результаты испытаний огнестойкости трёхслойной модельной конструкции № 4 (один слой OSB – PENOCOM® – два слоя гипсокартона)
 1 – среднеобъёмная температура в печи; 2 – температура на поверхности образца;
 3 – температура внутри образца на расстоянии 4 см от поверхности

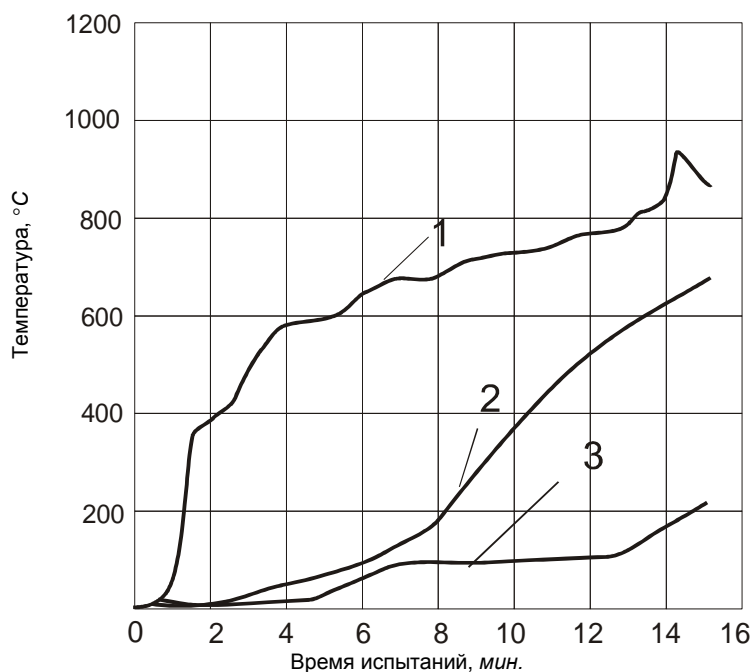


Рис. 5. Результаты испытаний огнестойкости трёхслойной модельной конструкции № 3 (один слой магнезита – PENOCOM® – два слоя гипсокартона):
 1 – среднеобъёмная температура в печи; 2 – температура на поверхности образца;
 3 – температура внутри образца на расстоянии 4 см от поверхности

Представленные температурные зависимости (рис. 4, 5) свидетельствуют о высокой теплоизолирующей способности образцов трёхслойной модельной ограждающей конструкции со средним слоем из пенокомпозиционного материала, а также положительное влияние материала облицовки на огнестойкие свойства испытываемых образцов.

При проведении огневых испытаний в маломасштабной огневой печи было установлено, что наиболее эффективными сочетаниями различных ограждающих конструкций и материала PENOCOM[®] являются конструкции, выполненные с использованием одного слоя магнезита – PENOCOM[®] – два слоя ГК, а также два слоя ГК – PENOCOM[®] – два слоя ГК. Наибольшее время достижения критической температуры данных конструкций составляет 15 минут, что позволяет эффективно использовать данные конструкции не только для ограждающих конструкций, но и в качестве противопожарных преград.

Заключение

В результате проведённой экспериментальной работы предложено использование пенокомпозиционного материала PENOCOM[®] в качестве среднего слоя теплоизоляции с применением различных вариантов наружных облицовок трёхслойных ограждающих конструкций в строительстве.

Новый материал является безопасной альтернативой многим теплоизоляционным материалам, используемым в настоящее время в мировой практике строительства и представляющим опасность для жизни и здоровья человека как в нормальных условиях эксплуатации, так и в условиях возникновения пожара.

Сферами использования инновационных пенокомпозиционных материалов семейства PENOCOM[®] являются:

- в качестве теплоизоляции в строительстве зданий и сооружений различного функционального назначения;
- в качестве пенокомпозиционного материала в вентилируемых фасадных системах;
- в качестве пенокомпозиционного материала в ограждающих противопожарных перегородках I и II типов с пределами огнестойкости не менее 45 и 15 минут;
- заполнение пенокомпозиционным материалом полостей пустотных конструкций с целью исключения распространения пожара внутри конструктивных элементов.

Для оценки возможности использования нового огнестойкого пенокомпозиционного материала PENOCOM[®] в вышеуказанных областях необходимо проведение соответствующих крупномасштабных огневых испытаний конструкций.

Литература

1. **Кодолов В.И.** Горючесть и огнестойкость полимерных материалов. М.: Химия, 1976.
2. **Етумян А.С., Константинова Н.И.** Пожарная опасность теплоизоляционных материалов из пенополистирола. М.: Пожарная безопасность, 2006. № 6.
3. **Воробьев В.А., Андрианов Р.А.** Полимерные теплоизоляционные материалы. М.: Издательство литературы по строительству, 1972.
4. **ГОСТ 15588-86.** Пенопласт полистирольный.
5. **Шутов Ф.А., Ярборо Д.** Теплоизоляционные и экологические характеристики огнестойкого полимерного пенокомпозиата PENOCOM® // Технологии техносферной безопасности. Вып. 4 (56). 2014. С. 29-33. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
6. **Шутов Ф.А.** Огнестойкие материалы для снижения пожарной опасности малоэтажных объектов из древесины // Технологии техносферной безопасности. Вып. 3 (55). 2014. С. 71-77. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
7. **ГОСТ 30247.0-94.** Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.
8. **ГОСТ 30247.1.** Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции.
9. **ISO 834-1:1999.** Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования.
10. **ASTM E119-15.** Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials.