

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СИЛИКАТПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

В. М. ШАПОВАЛОВ, И. И. ЗЛОТНИКОВ

Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси

О. Е. ПАНТЮХОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Широкое распространение в строительной индустрии находят материалы на основе жидкого стекла (ЖС): коррозионно- и химически стойкие бетоны, клеи, пеноматериалы, мастики и штукатурно-шпаклевочные смеси. Интерес к силикатным композициям связан, в первую очередь, с низкой стоимостью ЖС, а также такими его положительными качествами, как высокие вязущие и адгезионные свойства, соответствие высокому уровню санитарно-гигиенических требований. Исследования и разработки в этой области показали, что наиболее эффективным и перспективным путем совершенствования свойств силикатных композиций является их модифицирование различными органическими добавками.

В докладе обобщены результаты разработки, исследования и практического применения теплоизоляционных строительных материалов на силикатполимерном связующем – ЖС, модифицированном полимерами (олигомерами, мономерами).

Основным компонентом при разработке силикатполимерных связующих являлось натриевое жидкое стекло (ГОСТ 13078-81) с силикатным модулем (молярное отношение SiO_2 к Na_2O) 2,3–2,6. В качестве модификаторов ЖС использовали реакционноспособные олигоимиды, эпоксидную диановую смолу, глицерин, фенолоформальдегидную смолу. В качестве наполнителей применяли отходы полиакрилонитрильного (ПАН) волокна, костру льна, минеральную вату.

Согласно проведенным исследованиям, при введении олигоимидов в натриевое ЖС происходит их растворение, являющееся следствием щелочного гидролиза. Гидролизованые продукты взаимодействуют с кремнекислородными анионами ЖС с образованием сложного органоминерального продукта. Это взаимодействие интенсифицируется при нагревании и приводит к образованию прочной силикатполимерной матрицы.

При введении эпоксидной диановой смолы (ЭС) марок ЭД-10 или ЭД-20 в ЖС образуется стабильная эмульсия, в которой роль дисперсионной среды играет вода, дисперсной фазы – смола, а эмульгатора – ЖС. При этом кремнекислородные анионы ЖС, адсорбируясь на поверхности частиц ЭС, обуславливают их отрицательный заряд, что препятствует агрегатированию. Совмещение ЭС и ЖС может сопровождаться их химическим взаимодействием, что подтверждается данными ИК-спектроскопии. При термическом воздействии на эпоксисиликатное связующее наблюдается резкое увеличение вязкости с последующим полным отверждением. Анализ полученного продукта показал, что он представляет собой гомогенную смесь отвержденного эпоксисиликата и гидросиликатов переменного состава.

Введение в состав ЖС глицерина способствует значительному замедлению скорости удаления воды при его высыхании, повышению пластичности жидкостекольных связующих и снижению хрупкости отвержденных материалов. Это особенно важно при отверждении жидкостекольных композиций в условиях перепада температур. Кроме того, введение многоатомных спиртов значительно увеличивает морозостойкость силикатных связующих и клеев.

При совмещении ЖС с водным раствором фенолоформальдегидной смолы (ФФС) образуется обычная эмульсия. Однако устойчивость таких эмульсий невелика – от нескольких минут до нескольких часов, после чего начинается коагуляция ЖС с выделением кремнегеля. Причиной коагуляции ЖС является действие свободного фенола, присутствующего в смоле (до 10 мас.% в зависимости от марок), а также расходование свободной щёлочи на образование полифенолятов. Исключение агрегатирования в системе посредством регулирования физико-механического и химического взаимодействий путем введения соответствующих добавок позволило получить органосиликатную систему, стабильную в течение длительного времени и обладающую оптимальными технологическими свойствами. Фенольносиликатное связующее отличается высокой термостойкостью и может успешно использоваться для изготовления теплоизоляционных плит для промышленного и гражданского строительства и теплоэнергетики. При этом высокое содержание ЖС в ФФС (35–65 мас.%) позволяет получать теплоизоляционные материалы с максимальной механической прочностью. Связующие со средним содержанием ЖС в ФФС (до 14 мас.%) обладают наибольшей адгезией и позволяют применять для их изготовления практически любые волокнистые наполнители. При низком содержании ЖС в смоле (до

2,1 мас.%) получают наиболее технологичные, быстро отверждающиеся связующие, однако изготовить теплоизоляционные изделия с высокой механической прочностью удалось только при использовании минеральных волокон. Опытная партия таких теплоизоляционных минераловатных плит была выпущена на ОАО «Семельстройматериалы» и успешно прошла испытания.

Разработанные силикатполимерные связующие были использованы для изготовления теплоизоляционных материалов на основе отходов производства ПАН-волокон, минеральной ваты и костры льна. Материалы изготавливались по стандартной технологии: формование ковра, пропитка связующим, сушка с применением принудительной вентиляции и отверждение при температуре 150 ... 180 °С. Свойства полученных материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства теплоизоляционных материалов на силикатполимерных связующих

Основные компоненты (кроме ЖС)	плотность, кг/м ³	Основные свойства		коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
		разрушающее напряжение, МПа, при		
		изгибе	растяжении	
N,N'-метилендималеимид, ПАН-волокно, ЖС	400–500	30–50	25–40	0,06–0,09
Эпоксидная смола ЭД-10, ПАН-волокно, ЖС	350–400	50–55	30–35	0,09–0,11
Эпоксидная смола ЭД-20, костра льна, ЖС	350–400	5,5–5,8	5,0–5,2	0,35–0,40
Глицерин, костра льна, ЖС	250–350	0,17–2,0	–	0,12–0,18
ФФС марки СФЖ-3027Б, минеральное волокно, ЖС	180–220	7,0–7,2	–	0,07–0,08
ФФС марки СФЖ-3027Б, минеральная вата, ЖС	125–140	0,19–0,25	–	0,05–0,06

Полученные органосиликатные связующие и материалы благодаря их высоким физико-механическим, технико-экономическим и экологическим показателям могут найти широкое применение в различных областях строительной индустрии.

УДК 691.332

МОДЕЛЬ КАРБОНИЗАЦИИ БЕТОНА ПО СЕЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИЙ

Д. Н. ШЕВЧЕНКО, А. А. ВАСИЛЬЕВ, А. В. ХАНЕЕВ
Белорусский государственный университет транспорта

Карбонизация – процесс деградации защитных свойств бетона по отношению к арматуре железобетонных конструкций (ЖБК), эксплуатируемых в воздушных средах, который вызывает структурные изменения цементного камня и способствует процессу коррозии в арматуре. Поэтому весьма актуально всестороннее изучение данного процесса с целью диагностики текущего состояния ЖБК и прогнозирования их остаточного ресурса.

Проведенные экспериментальные исследования ЖБК по глубине показывают несостоятельность существующих представлений о фронтальном характере процесса карбонизации бетона. Анализ экспериментальных данных и сущность рассматриваемых физико-химических процессов показывает, что зависимость между степенью карбонизации SK и глубиной L монотонно убывающая: при $0 < L < 0,6$ м – практически линейная, затем асимптотически уменьшается до значения SK_{\min} , обусловленного технологией изготовления ЖБК.

Для построения математической модели, адекватно отражающей процесс карбонизации бетона по сечению конструкций, на основе экспериментальных данных используются методы регрессионного и корреляционного анализа. При этом подборе аппроксимирующей регрессионной кривой следуют двум противоречивым тенденциям, между которыми нужно искать компромисс:

- 1) с одной стороны, уравнение кривой стремятся усложнить для лучшего сглаживания экспериментальных точек (в случае сложных полиномов аппроксимация иногда превращается в интерполяцию);
- 2) с другой стороны, сложные аппроксимирующие функции обладают плохими предсказательными возможностями и содержат в своем составе большое число параметров, требующих оценки.