

В. П. ДУБОДЕЛ¹, В. М. ШАПОВАЛОВ²

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²ГНУ ИММС им. В. А. Белого НАН Беларуси (г. Гомель, Беларусь)

ЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ НА ОСНОВЕ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ И ОРГАНОСИЛИКАТНЫХ ОЛИГОМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Одним из направлений научно-технического прогресса в области бетона и железобетона является разработка защитных составов, в том числе, с использованием местных материалов, обеспечивающих формирование заданного комплекса их эксплуатационных свойств и, соответственно, долговечности зданий и сооружений при их применении в условиях воздействия агрессивных и газовлажных сред. Капиллярно-пористый характер неорганических строительных материалов ограждающих конструкций способствует проникновению внутрь грунтовой и атмосферной влаги, в результате чего их эксплуатационные свойства резко ухудшаются. Решение вопроса защиты поверхности бетона и арматуры в таких изделиях является одним из главных вопросов обеспечения долговечности железобетонных конструкций на их основе. При этом большинство защитных составов, применяемых в строительстве, имеют достаточно высокую стоимость. Одним из направлений, обеспечивающих получение экономичных строительных материалов, является использование при их производстве отходов производства и местных материалов, при этом одновременно решается важная экологическая проблема по их утилизации.

Целью данного исследования является разработка рецептурного состава битумно-полимерной композиции на основе нефтяного битумного связующего, вторичных термопластов и нефтешлама, а также композиции на основе реактопластов (эпоксидная, фенольная смола), силикатной составляющей и частиц кремнегеля.

В качестве исходных продуктов использовался битум нефтяной строительный марки БН 90/10 по ГОСТ 6617-76, вторичный полиэтилен низкого давления в виде крошки размером 0,5–2,5 мм (ТУ РБ 800017526.003-2004) и отходы ПЭТФ, которые получали измельчением бутылочных отходов ПЭТФ, их отмывкой от загрязнения и сушкой в тонком слое при температуре около 130° С в течение 2 часов. Отходы нефтеперерабатывающего производства, применяемые при проведении исследований, представляли собой нефтешламы Мозырского нефтеперерабатывающего завода, которые образуются в процессе дренирования и пропарки нефтепроводов и резервуаров для хранения и транспортирования нефти.

Опытные образцы композиций готовили следующим образом. Отмеренное количество битума разогревали до температуры около 150° С и вводили нефтешлам. Смесь перемешивали в течение 20 минут до полного испарения влаги, которая содержится в нефтешламе в количестве до 15 мас.%. Затем температуру повышали до 200–220 °С и вводили мелкодробленые полимеры. Смесь перемешивали

до получения однородной массы, температуру снижали до 120°С. Композиции использовали в разогретом виде.

Составы композиций приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Составы битумно-полимерных композиций, мас.%

Компонент	1	2	3	4	5
ПЭНД вторичный	10	–	8	6	4
ПЭТФ вторичный	–	10	2	4	6
Нефтешлам	10	10	10	10	10
Битум марки БН 90/10	80	80	80	80	80

Свойства изготовленных битумно-полимерных композиций приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Свойства битумно-полимерных композиций

Свойства	1	2	3	4	5
Температура размягчения, °С	95	105	100	100	100
Прочность сцепления с бетоном, МПа	0,85	0,80	1,10	1,0	0,95

Модифицирование нефтяного битума вторичными полимерами и нефтешламом позволяет получать битумно-полимерные композиции, обладающие хорошей адгезией к бетону и высокой температурой размягчения (таблица 2).

Долговечность армированных бетонных конструкций зависит не только от стойкости самого бетона, но и от его способности длительно защищать поверхность стальной арматуры от коррозии.

Как показали предварительно проведенные исследования, применение для этих целей битумно-полимерных составов оказалось не столь эффективным как ожидалось. Поэтому было предложено использовать для таких целей модифицирующие добавки, включающие фенольную смолу, силикатную составляющую (жидкое стекло) и соли натрия.

Добавку готовили следующим образом. В емкость заливали отмеренное количество воды, затем вливали жидкое стекло и хорошо размешивали, затем всыпали щелочь и перемешивали до полного растворения гранул щелочи. В полученный раствор при непрерывном перемешивании небольшими порциями вливали фенолоформальдегидную смолу и тщательно перемешивали.

На основании проведенных исследований был выбран состав для дальнейших практических исследований, мас.%: водорастворимая фенолоформальдегидная смола – 10, жидкое стекло – 40, вода – 45, гидроксид натрия – 5.

Готовую добавку к бетону вводили в количестве 1,0 мас.%, 2,0 мас.% и 3,0 мас.% в бетон класса С^{25/30} при следующем соотношении компонентов, мас.%: цемент М500 – 19,83, песок – 18,58, щебень фракции 5–20 мм – 51,67, вода – 9,92. Бетонную смесь перемешивали в мешалке и выгружали в формы для изготовления образцов размером 100 × 100 × 100 мм. Образцы набирали прочность в течение 7 и 28 суток при температуре 20 ± 2 °С. Испытания образцов на сжатие проводили в соответствии с ГОСТ 10180-2012 п. 7.2 при температуре 21,2–21,9°С и влажности 55%.

Проведенные эксперименты показали, что добавка разработанного модификатора в цементное связующее приводит к увеличению прочности получаемого бетона на 10–15%. В особенности это характерно для модификатора в количестве 3,0 мас.%, который способствует не только ускорению процесса структурообразования в материале, но и формированию стабильности его прочностных свойств. Полученные бетоны характеризуются не только более высокой механической прочностью, но и стойкостью к воздействию неблагоприятных атмосферных факторов.

Установлено, что образцы материалов покрытий после 6, 12, 18, и 24 месяцев испытаний в 3% растворе NaCl практически не имеют существенных различий. Так, адгезия покрытия к бетону, оцененная методом решетчатых надрезов не показала значительных изменений. На стабильность структуры образцов указывают данные ИК-спектроскопических и дериватографических исследований, где параметры образцов материалов покрытий после 6, 12, 18, 24 месяцев испытаний в условиях воздействия на них паров серной кислоты идентичны исходным, что указывает на стабильность структуры материала. Таким образом, наряду со стабильной работоспособностью покрытия в 3% растворе соляной кислоты, где не наблюдается структурных изменений в материале покрытия, становится очевидной эффективная работа разработанного материала в обычных атмосферных условиях, что свидетельствует о его долговечности.