

А. П. ПРИХОДЬКО, Е. С. ХАРЧЕНКО (ПГАСА, Днепропетровск)

ВЛИЯНИЕ ТИПА МОДИФИКАТОРА И ЕГО КОЛИЧЕСТВА НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ РЕМОНТА ДЕКОРАТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ

У статті наведено основні результати досліджень впливу типу модифікатора і його кількості на адгезійні властивості полімерних композицій для ремонту декоративних елементів будівель. Описано модифікатор і встановлено показники міцності зчеплення модифікованого полімерного розчину з поверхнею, що ремонтується.

Ключові слова: адгезійні властивості полімерних композицій, тип та кількість модифікатора, показники міцності зчеплення, ремонт декоративних елементів будівель

В статье приведены основные результаты исследований влияния типа модификатора и его количества на адгезионные свойства полимерных композиций для ремонта декоративных элементов зданий. Описан модификатор и установлены показатели прочности сцепления модифицированного полимерного раствора с ремонтируемой поверхностью.

Ключевые слова: адгезионные свойства полимерных композиций, тип и количество модификатора, показатели прочности сцепления, ремонт декоративных элементов зданий

In the article the basic research results of influence of modifier type and amount on adhesive properties of polymeric compositions for repairing the structure decorative elements are presented. The modifier is described and the adhesion strength indices for the modified polymeric solution and the repaired surface are determined.

Keywords: adhesive properties of polymeric compositions, modifier type and amount, adhesion strength indices, repair of structure decorative elements

При определении технологии защиты конструкций сооружений от агрессивных воздействий окружающей среды важное значение имеет обеспечение высокой степени адгезии ремонтных растворов к бетону восстанавливаемого элемента. При этом требования, предъявляемые к полимерным адгезивам, зависят от ряда факторов, к которым относятся прочность и конструктивные особенности сооружения, тип конструкции, схема приложения нагрузок, характер и вид повреждений, условия дальнейшей эксплуатации сооружения. Наиболее часто в строительстве в качестве полимерной матрицы применяются полиэфирные, эпоксидные, фенольные, карбамидные и другие смолы. При изготовлении полимерных композиций в СНГ в основном используются типа эпоксидных, фурановых, фураново-эпоксидных, полиэфирных, фенолоформальдегидных, карбамидных, ацетоноформальдегидных терморезистивные смолы, значительно реже термопластичные типа инденкумароновых, мономеров винилового ряда и др. [1–6].

Основными требованиями к полимерной матрице для конструкционных полимерных композитов являются ее высокая адгезионная и когезионная прочность в сочетании с достаточной релаксационной способностью.

Адгезией к бетонной поверхности обладают почти все известные в настоящее время полимеры. Однако для каждого вида материала может использоваться только ограниченное число полимеров, которые обеспечивают необходимую адгезионную и когезионную прочность при восстановлении бетонной поверхности. Установлено, что полярные группы (COOH, OH, NH₂) энергично взаимодействуют с функциональными группами соседних цепей, а также с подобными группами молекул поверхностного слоя покрываемого материала. Присутствие их в молекуле полимера придает ему жесткость. Такие полимеры, имеющие в своем составе полярные группы, обладают хорошими клеящими свойствами.

Эпоксидные олигомеры обладают рядом преимуществ перед другими видами олигомеров: высокими показателями когезионной и адгезионной прочности в отвержденном состоянии; малой усадкой и невыделением побочных продуктов при твердении; нетоксичностью в отвержденном состоянии; хорошей адгезией к материалам самой различной природы; способностью к отверждению в широком диапазоне температур, во влажных условиях и без доступа воздуха. Особенно важным свойством эпоксидных олигомеров является их способность к

совмещению с различными продуктами с целью направленной модификации и улучшения свойств композитов. Для проведения экспериментов использовалась эпоксидная смола ЭД-22.

Расширение требований, предъявляемых к клеящим композитам, в частности, к полимерным адгезивам для реставрационных и восстановительных работ приводит к тому, что в ряде случаев, несмотря на существование большого многообразия клеящих композиций, не удается выбрать полимерные адгезивы, полностью удовлетворяющие по всему требуемому комплексу свойств. По этой причине возникает необходимость создания новых полимерных композиций, обладающих заранее заданным комплексом конструкционных, технологических, декоративных и других свойств.

Адгезионные свойства полимеров зависят от формы молекулы, т.е. от пространственного расположения структурных элементов цепи. Положительное влияние оказывает гибкость цепей и большая плотность упаковки.

Определенное влияние на адгезию оказывает молекулярная масса полимеров. Полимеры с малой молекулярной массой в большинстве случаев имеют хорошие адгезионные свойства, но слабую когезию и наоборот, полимеры с высокой молекулярной массой характеризуются хорошей когезией, но недостаточной адгезией [7–9]. Однако возможно оптимальное значение молекулярного числа, полученного в результате полимеризационных или поликонденсационных процессов, когда адгезия и когезия будут достаточно высокими.

На адгезионные и когезионные свойства полимеров большое влияние оказывают ряд технологических факторов и их различное сочетание. Разница в температурных коэффициентах линейного расширения полимера и восстанавливаемого материала, иногда приводящая к разрушению соединения, может быть уменьшена наполнителем и модификатором.

Поверхность бетона или цементного камня в основном состоит из SiO_2 . Действительно, в портландцементе содержится примерно 20 % SiO_2 , наполнителем в бетонах и растворах служит кварцевый песок. С тетраэдрами кремний кислородной сетки структурно связаны поверхностные гидроксильные группы.

Высокой адгезией к бетону и раствору обладают полимеры, содержащие гидроксильные, карбоксильные, эпоксидные и другие полярные группы. Эти группы способны обеспечивать водородные связи с поверхностными гидрокси-

лами, а также ион-дипольное и особенно химическое взаимодействие.

Исследования показали, что там, где отсутствуют химические связи, и взаимодействие обуславливается образованием водородных и слабых дипольных связей, адгезионная прочность оказывается значительно ниже. Вместе с тем отмечается, что адгезия различных полимеров к щелочному стеклу (15 % NaO) обычно ниже, чем к силикатным стеклам других марок. Поэтому, если учесть, что поверхность цементного камня состоит из зерен кварца и гидратированного цемента, то адгезия полимера не будет равнопрочна по контакту адгезива и субстрата. Наибольшую адгезию следует ожидать в точках контакта полимера с SiO_2 .

Рапинов считает, что при омоноличивании бетонных конструкций полимерными составами химическое взаимодействие отсутствует, и прочность склеивания обеспечивается только адгезионными силами. Таким образом, исследования сводятся к изучению адгезионных свойств оптимальных составов полимеррастворов к ремонтируемым поверхностям.

При исследовании адгезионных свойств эпоксидного полимерраствора к поверхности старого бетона особое внимание уделялось изменению адгезии во времени при действии различных факторов (твердение в воде, твердение в воздушно-сухих условиях, переменное замораживание и оттаивание). Исследования адгезионной прочности проводились по методике, описанной во второй главе.

Определение адгезионной прочности эпоксидного полимерраствора к поверхности бетона определялась по стандартной методике. Ниже описан измененный метод испытания.

Поверхность старого бетона обрабатывается металлической щеткой, затем на поверхности выполнялись насечки зубилом для придания ей шероховатости. Бетон перед нанесением на него полимерраствора увлажнялся 3%-ной щавелевой кислотой при помощи малярной кисти.

После подготовки поверхности на образец наносят полимеррастворную смесь ровным слоем толщиной 3 см.

Прочность сцепления полимерраствора со старым бетоном определялась с помощью прибора, указанного на рис. 1.

Прибор состоит из металлической пластинки 1 круглой формы площадью 50 см^2 с захватом 2, присоединяющегося к захвату динамометра 3 и из разрывного устройства (шпинделя ручного привода, присоединяющегося к динамометру) 4. К прибору относится еще сверло-

коронка, диаметр которого соответствует диаметру металлической пластинки. Сверлом-коронкой прорезался слой полимерраствора до основания таким образом, чтобы срезанная часть оставалась в неповрежденном состоянии и сцепление полимерраствора с поверхностью основания не ослабилось. Затем металлическая пластинка наклеивалась на срезанную поверхность полимерраствора с помощью эпоксидного клея. После затвердевания клея диск полимерраствора отрывается от основания. Сила отрыва измеряется динамометром.

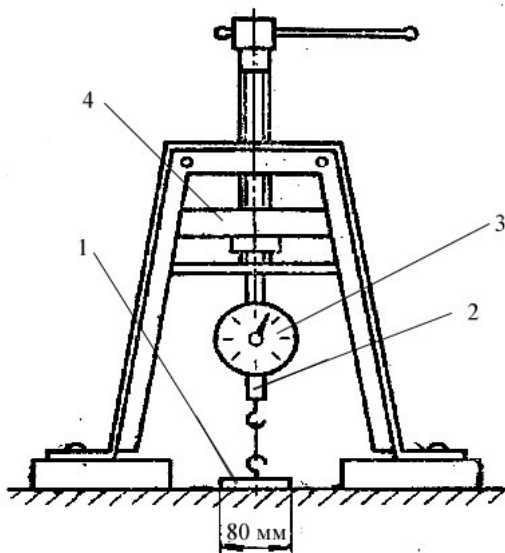


Рис. 1. Прибор для определения адгезионной прочности эпоксидного полимерраствора к поверхности бетона:
1 – металлическая пластинка; 2 – захват;
3 – динамометр; 4 – разрывное устройство

Величину адгезионной прочности полимерраствора к старому бетону вычисляют по формуле:

$$R_{ад} = P/F,$$

где $R_{ад}$ – адгезионная прочность, МПа;

P – разрушающая нагрузка в кгс;

F – площадь диска в см².

Испытания на истираемость производились согласно ГОСТ 13087-81.

Результаты экспериментов по определению адгезионной прочности полимеррастворов на основе смолы ЭД-22, твердевших в воздушно-сухих условиях, к поверхности металла приведены на рис. 2. Видно, что адгезионная прочность эпоксидных полимеррастворов при воздушно-сухих условиях в 8...15 раз выше, чем у цементного раствора, причем наибольшую адгезию показали полимеррастворы, в составе которых количество модификатора составляло 9...12 %.

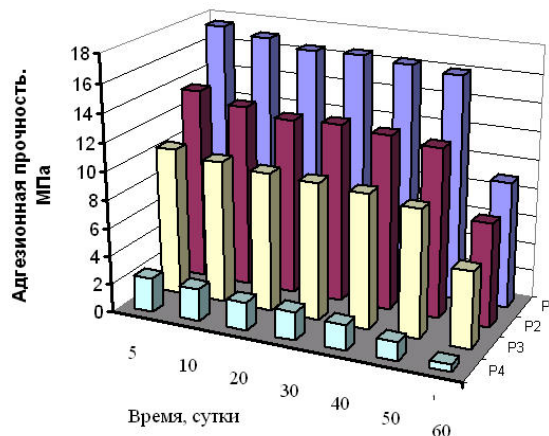


Рис. 2. Зависимость адгезионной прочности эпоксидных модифицированных полимеррастворов от времени пребывания в воздушно-сухих условиях:
P1 – модифицированный эпоксидный полимерраствор (9...12 % модификатора);
P2 – модифицированный эпоксидный полимерраствор (28...30 % модификатора);
P3 – модифицированный эпоксидный полимерраствор (37...40 % модификатора);
P4 – цементный раствор (Ц : П = 1 : 3, В/Ц = 0,47, цемент – М500)

Одним из самых негативных факторов является воздействие мороза, поэтому важно, чтобы модифицированные эпоксидные полимеррастворы не теряли своих адгезионных свойств при циклическом замораживании и оттаивании. На рис. 3 приведены результаты исследований полимеррастворов на адгезионную прочность к поверхности металла при переменном замораживании и оттаивании. Характерно, что адгезия и в этом случае у полимеррастворов на основе смолы ЭД-22 осталась в 8...15 раз выше, чем у цементных растворов.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований позволяют заключить, что оптимальное содержание модификатора в полимерном связующем находится в пределах 9...12 % от массы смолы, из них содержание фенолоформальдегидной смолы составляет 3,6...4,8 %, а содержание каменноугольной смолы 2,4...3,3 %. При этом установлено, что введение в систему модификаторов в количестве, превышающем оптимальное, может привести к разрыхлению пространственной сетки полимера, ослаблению сил межмолекулярного взаимодействия, а также снижению эксплуатационных характеристик раствора. Разработанные модифицированные эпоксидные полимеррастворы на основе смолы ЭД-22 являются надежными восстановительными и защитными материалами для декоративных элементов зданий и сооружений.

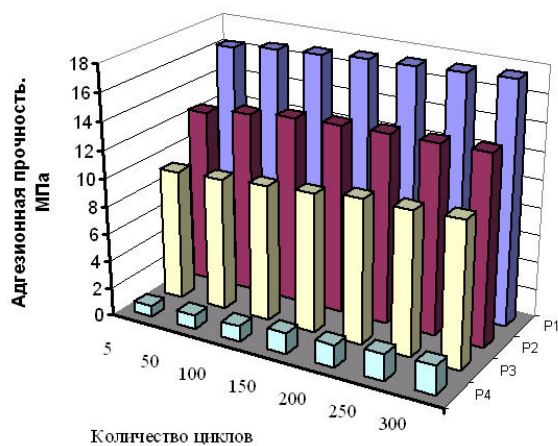


Рис. 3. Зависимость адгезионной прочности эпоксидных модифицированных полимеррастворов от количества циклов попеременного замораживания и оттаивания:

- P1 – модифицированный эпоксидный полимерраствор (9...12 % модификатора);
P2 – модифицированный эпоксидный полимерраствор (28...30 % модификатора);
P3 – модифицированный эпоксидный полимерраствор (37...40 % модификатора);
P4 – цементный раствор (Ц : П = 1 : 3, В/Ц = 0,47, цемент – М500)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кучеренко, М. Є. Сучасні методи біохімічних досліджень [Текст] : навч. посібник / М. Є. Кучеренко, Ю. Д. Бабенюк, В. М. Войціцький. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 424 с.

2. Выровой, В. Н. Особенности структурообразования и формирования свойств полимерных композиционных материалов [Текст] / В. Н. Выровой, И. В. Довгань, С. В. Семенова. – О.: Изд-во и типогр. «ТЭС», 2004. – 168 с.
3. Рекомендации по применению новых типов защитно-конструкционных полимеррастворов для реставрации и консервации памятников и исторических зданий из камня и бетона [Текст] / НИЛЭП ОИСИ. – М.: Стройиздат, 1987. – Ч. 2. – 107 с.
4. Елшин, М. М. Полимербетоны в гидротехническом строительстве [Текст] / М. М. Елшин. – М.: Стройиздат, 1980. – 192 с.
5. Сухарева, Л. А. Высокмолекулярные соединения [Текст] / Л. А. Сухарева, В. А. Воронцов, П. И. Зубов. – М.: Химия, 1986. – 356 с.
6. Соломатов, В. И. Полимерцементные бетоны и пластбетоны [Текст] / В. И. Соломатов. – М.: Стройиздат, 1988. – 346 с.
7. Хувинк, Р. Химия и технология полимеров [Текст] / Р. Хувинк, А. Ставерман. – М.-Л.: Химия, 1986. – 632 с.
8. Патуроев, В. В. Руководство по методам испытания полимербетона на химическую стойкость [Текст] / В. В. Патуроев, Н. А. Мощанский. – М.: НИИЖБ, 1982. – 34 с.
9. Касимов, И. К. Основы модификации бетонов термопластичными композициями [Текст] / И. К. Касимов. – М.: Стройиздат, 1981. – 144 с.

Поступила в редколлегию 23.11.2010.
Принята к печати 29.11.2010.