

## ПОЛИМЕРБЕТОННЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

О. Е. ПАНТЮХОВ, Ю. В. ЗАХАРЧУК

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

И. И. ЗЛОТНИКОВ

*Институт механики металлополимерных систем Беларусь им. В. А. Белого, г. Гомель*

Полимербетоны с использованием различных органических связующих находят все большее применение в мире, как эффективные заменители металлических, керамических, пластмассовых и натуральных (дерево, камень) материалов [1]. Для изготовления полимербетонов наибольшее распространение находят такие связующие, как полиэфирные, эпоксидные, фенольные, карбамидо- и меламинальдегидные смолы. Наиболее широко в качестве наполнителей используются кварц, песок, мрамор, мел, азросил и др. В последнее время развивается направление, связанное с использованием в полимербетонах различных производственных отходов.

В результате проведенных исследований разработан ряд составов полимербетонов, основным компонентом которых являются минеральные отходы различных производств: отходы ферросплавного производства (ОФП), зола тепловых электростанций (ТЭС) и отходы сернокислотного производства—фосфогипс. Связующими служили эпоксидная диановая смола (ЭС) марки ЭД-20 и ненасыщенная полиэфирная смола (ПЭС) марки ПН-1. Отверждение полимербетонных смесей производили стандартными отвердителями: полиэтиленполиамином для ЭС и гидроперекисью изопропилбензоила (гиперизом) в присутствии кобальтового ускорителя НК-1 для ПЭС. Механические свойства материалов определяли по стандартным методикам на образцах полученных методом заливки и отверждения в формах при комнатной температуре с последующей термообработкой, обеспечивающей полное завершение процессов отверждения. Исследование закономерностей полимеризации смол в присутствии минеральных наполнителей проводили методами инфракрасной спектроскопии (ИКС).

Изучение зависимости механической прочности композитов от процентного содержания наполнителей показало, что введение фосфогипса в состав композиций не приводит к заметному повышению прочности, поэтому фосфогипс можно рекомендовать, только как инертный наполнитель, снижающий стоимость полимербетона при введении в количестве до 20 мас.%. Напротив, ОФП и зола являются активными наполнителями, заметно повышающими механическую прочность композитов. Эти различия были объяснены химическим взаимодействием макромолекул ЭС и ПЭС с присутствующими в ОФП и золе активными окислами (CaO, MgO), а также образованием водородных связей между ОН-группами смол и силанольными группами ( $\equiv\text{Si}-\text{OH}$ ) на поверхности частиц наполнителя.

В пользу протекания химического взаимодействия между компонентами свидетельствуют данные ИКС, а именно в спектрах смесей ПЭС+ОФП и ПЭС+ зола были обнаружены полосы поглощения в области  $1550-1650\text{ см}^{-1}$ , характерные для колебаний карбоксилатных комплексов [3]. Для ИК спектров ЭС с ОФП и золой характерно уменьшение полосы поглощения в области  $870$  и  $920\text{ см}^{-1}$ , обусловленной деформационными колебаниями связи C—C в эпоксидном цикле и полосы с максимумом в области  $1420\text{ см}^{-1}$  (деформационные колебания  $\text{CH}_2$  в  $\text{CH}_2\text{CO}$ ), что свидетельствует о снижении числа эпоксидных групп в ЭС. Кроме того наблюдается появление новой полосы поглощения в области  $1100\text{ см}^{-1}$ , которую можно отнести к образующейся в результате взаимодействия ЭС с силанольными ОН-группами на поверхности минерального наполнителя связи Si—O—C [4].

При использовании в качестве наполнителя фосфогипса признаков химического взаимодействия между компонентами не обнаружено.

Проведенные исследования послужили основой для разработки составов полимербетонов на основе ПЭС, наполненной ОФП (состав 1) и ЭС, наполненной золой ТЭС (состав 2). Кроме указанных наполнителей смеси содержали песок фракции  $0,5-2,5\text{ мм}$  (40–50 мас. %) и пигменты. Некоторые физико-механические свойства полимербетонов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства полимербетонов

| Характеристика               | Состав 1 | Состав 2 |
|------------------------------|----------|----------|
| Плотность, кг/м <sup>3</sup> | 2200     | 2400     |
| Разрушающее напряжение, МПа: |          |          |
| – при сжатии                 | 95       | 100      |
| – при изгибе                 | 30       | 34       |
| Усадка, %                    | 1,5      | 0,85     |

Проведенные исследования позволили получить новые составы полимербетонов с высокими эксплуатационными свойствами, а использование в них промышленных отходов - снизить стоимость материалов и определить пути утилизации этих отходов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Polymers in concrete // VII International congress on polymers in concrete. 22-25 September. – Moscow, 1992.
- 2 Михайлов, Н. В. Полимербетоны и конструкции на их основе / Н. В. Михайлов, В. В. Патуров, Р. Крайс. – М.: Стройиздат, 1989. – 304 с.
- 3 Коляго, Г. Г. Материалы на основе ненасыщенных полиэфиров / Г. Г. Коляго, В. А. Струк. – Минск: Наука и техника, 1990. – 144 с.
- 4 Злотников, И. И. Силикатполимерные материалы в машиностроении / И. И. Злотников, Ю. М. Плескачевский // Материалы, технологии, инструменты. – 2002, – № 1. – С. 42-49.

УДК 678.024.2/033.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ АМОРФНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

О. Е. ПАНТЮХОВ, В. В. ТИМОШЕНКО, Е. М. ЛАПШИНА, В. М. ШАПОВАЛОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Полимербетонные смеси с использованием различных органических связующих находят все большее признание в мире, как эффективные заменители металлических, керамических, пластмассовых и натуральных (дерево, камень) материалов. Свойства их настолько разнообразны, что позволяют использовать эти материалы в различных областях для изготовления декоративно-отделочных и санитарно-технических изделий, электроизоляционных и защитных покрытий. Для изготовления полимербетонов наибольшее распространение находят такие связующие, как полиэфирные, эпоксидные, фенольные, карбамидо- и меламинальдегидные смолы. Применение этих связующих позволяет использовать широкую гамму минеральных наполнителей, благодаря которым варьируются свойства и области применения полимербетонов. Наиболее широко в качестве наполнителей используются диоксид кремния, кварц, песок, мрамор, мел, аэросил и др. Особое место среди этих наполнителей занимает высокодисперсный диоксид кремния и аэросил.

При введении в жидкие полиэфирные и эпоксидные смолы высокодисперсный диоксид кремния даже в небольших количествах вызывает явление тиксотропии, уменьшающее их текучесть, что позволяет наносить композиции на вертикальные поверхности, что особенно важно при формировании защитных покрытий, а также уменьшать оседание более крупнодисперсных частиц других наполнителей при изготовлении крупногабаритных изделий. Наиболее широко в качестве тиксотропной добавки применяется аэросил (удельная поверхность 175–380 м<sup>2</sup>/г) и белая сажа (удельная поверхность 35–120 м<sup>2</sup>/г). Однако при улучшении тиксотропных свойств композиций, наблюдается ухудшение качества поверхности изделий и их внутренней структуры вследствие выраженной склонности частиц кремнезема к агломерации. Одним из путей решения таких задач является гидрофобизация поверхности наполнителей. При этом используемые гидрофобизаторы должны не только обеспечивать агрегативную устойчивость порошков, но и иметь высокое сродство, как к кремнезему, так и к полимерной матрице.

Целью настоящего исследования является разработка простых и эффективных способов адсорбционного модифицирования диоксида кремния и исследование его влияния на свойства полимербетонных смесей. В качестве объектов исследования были выбраны: осажденный аморфный