

*М. Д. Мордасов**

РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРМИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

Композиционные материалы и покрытия с высокой адгезией к материалам различной природы востребованы как на Российском рынке, так и зарубежном, а понимание процессов создания и эксплуатации композитов позволит обеспечить их распространение в стране. По данным стратегических исследований, можно сделать вывод, что объемы применения этих материалов в будущем будут возрастать, а области применения – расширяться. Российский строительный рынок предлагает широкий спектр смесей и растворов для обустройства защитно-декоративных покрытий строительных конструкций, часто импортного производства. Большинство таких покрытий имеет высокую себестоимость, ограниченную область применения по условиям окружающей среды. В настоящее время в строительстве широко применяются полимерцементные составы. Главным образом это связано с их высокой технологичностью, высоким качеством получаемых покрытий и другими преимуществами. Использование в этих составах минеральных наполнителей позволяет регулировать их физико-химические, физико-механические свойства, адгезионные, диэлектрические и другие свойства. Для многих регионов России характерен широкий диапазон сезонного изменения условий окружающей среды, что накладывает ограничения на применение существующих полимерцементных материалов и покрытий. Решение проблемы повышения стойкости строительных материалов и покрытий связано с повышением их физико-химических и физико-механических свойств, что может быть достигнуто путем применения связующих на основе минеральных и органических вяжущих веществ. Создание композиционных материалов такого уровня сложности включает целый спектр взаимосвязанных задач: подготовка и характеристика компонентов, теоретическое и экспериментальное изучение взаимодействий на бинарных контактах, разработка технологических процессов создания композитов и метрологического обеспечения исследований и испытаний полученных материалов и покрытий.

В рамках решения обозначенных выше задач нами проведены теоретические и экспериментальные исследования по выбору базовой композиции полимерминерального материала, комплекс функциональных свойств которого формируется путем введения соответствующих микро- и наноразмерных минеральных наполнителей, разра-

* Работа выполнена под руководством, д-ра техн. наук, зав. кафедрой «Материалы и технология» ФГБОУ ВО «ТГТУ» Д. М. Мордасова.

ботана методика комплексной оценки их структуры в целях научно-обоснованной разработки составов с заданными свойствами.

При достижении некоторой критической концентрации дисперсных фаз в жидкой среде агрегативно-неустойчивая система переходит к коагуляционной структуре. Возникает объемный каркас, образуемый дисперсными частицами, которые соединены между собой через тонкие водные прослойки и водные дисперсии полимеров. Полимерные частицы оказывают влияние на процесс структурообразования материала. Они оседают на поверхности цементного геля, непрореагировавших зернах цемента, мелкого заполнителя и агрегируются в виде полимерных мембран, в объем которых входят молекулы воды. Наличие таких мембран изменяет кинетику гидратации цементного вяжущего, позитивно влияя на формирование структуры гидратных новообразований. Частицы полимера, рассеянные между зернами цемента, адсорбируются на их активных центрах. Молекулы сополимера, удерживая воду силами Ван-дер-Ваальса, равными теплоте испарения и энергии капиллярной диффузии воды, образуют аквакомплексы. Они оказывают замедляющий эффект, обеспечивая равномерность и большую степень гидратации цемента. Образовавшиеся аквакомплексы замедляют гидратацию трехкальциевого алюмината. В процессе коагуляционного структурообразования происходит зарождение кристаллов новообразований. При этом прочных химических связей между неорганической и органической составляющими структуры не наблюдается, а взаимодействие имеет коагуляционный характер, основанный на слабых водородных и Ван-дер-Ваальсовых связях. Важным элементом структуры является контактная зона между полимерцементным камнем, заполнителем и наполнителем. Формирование ее начинается уже на начальной стадии твердения растворной смеси. Поверхность зерен заполнителя и наполнителя при твердении полимерцементного вяжущего выполняет роль подложки, облегчающей образование кристаллических зародышей гидратов.

В целях формирования комплекса функциональных свойств путем введения соответствующих микро- и наноразмерных минеральных наполнителей в рамках настоящего исследования проведен фрактальный анализ и получены зависимости, связывающие фрактальную размерность с физико-механическими и структурными характеристиками материалов. Рассмотрение сыпучих материалов как мультифрактальных объектов с физической точки зрения является более правильным. Мультифрактальность состоит в том, что в зависимости от изучаемых кластеров последние характеризуются спектром фрактальных размерностей. Определение фрактальной размерности сыпучих материалов различной дисперсности проводилось в соответствии со специально разработанной методикой, основанной на экспериментальном

установлении закона распределения агрегатов (кластеров) по размерам и массам. По результатам исследований установлена зависимость истинной плотности сыпучих материалов от их фрактальной размерности. В частности для неметаллических порошков при увеличении истинной плотности материала фрактальная размерность увеличивается. Доказано, что такой характер изменения определяется типом химической связи вещества частиц порошка [1]. Кроме того, получены зависимости, связывающие изменение фрактальной размерности порошков с плотностью их упаковки и гранулометрическим составом [2].

На основе проведенных исследований определены задачи, подлежащие исследованию для достижения поставленной цели – разработки многофункциональных полимерминеральных материалов и покрытий:

- изучение влияния микро- и наноструктурных минеральных наполнителей (шунгит, маршалит, трепел, волластонит, гидроксид алюминия, материалы, содержащие оксиды Ca, Mg, Al, Ti, Si) на механизм гидратации и структурообразования полимерминерального композиционного материала на основе водной дисперсии сополимера стирола, акриловой кислоты и бутилакрилата;

- установление степени влияния и оптимального соотношения используемых наполнителей на характер межфазного взаимодействия;

- определение субмикроструктурных, электрофизических и структурно-механических характеристик составляющих полимерминерального композиционного материала на основе водной дисперсии сополимера стирола, акриловой кислоты и бутилакрилата;

- теоретическое и экспериментальное обоснование принципов получения композиций для функциональных покрытий на основе портландцемента, минеральных наполнителей и органического вяжущего на основе водной дисперсии сополимера стирола, акриловой кислоты и бутилакрилата;

- разработка многофакторных моделей, устанавливающих зависимости структурно-механических характеристик полимерминерального композиционного материала с различными наполнителями (шунгит, маршалит, трепел, волластонит, гидроксид алюминия, материалы, содержащие оксиды Ca, Mg, Al, Ti, Si) от их состава;

- определение особенностей формирования контактных зон созданных полимерминеральных материалов с различными основами (металл, дерево, бетон и пр.).

Полученные результаты позволят:

- углубить представления о механизмах влияния минеральных компонентов на процессы гидратации цемента и структурообразования композиционных полимерминеральных материалов;

- системно решать задачи создания материалов и покрытий с заданными функциональными свойствами;

– создать семейство полимерминеральных материалов и дать практические рекомендации по их применению для формирования покрытий, область применения и функциональность которых варьируется в зависимости от содержания соответствующего наполнителя;

– разработать теоретические и практические основы целенаправленного структурообразования и формирования свойств покрытий на основе полимерминерального композиционного материала путем модифицирования его микро- и наноструктурными минеральными наполнителями в условиях механоактивации на стадии смешения и механохимической активации в процессе их нанесения.

Список литературы

1. **Мордасов, Д. М.** Влияние истинной плотности частиц порошковых систем на их фрактальную размерность / М. Д. Мордасов, А. В. Фирсова, Д. М. Мордасов // Вестник Тамбовского государственного университета, 2017. – Т. 23, № 2. – С. 348 – 355.

2. **Мордасов, Д. М.** Влияние физико-механических свойств и структурных характеристик сыпучих материалов на их фрактальную размерность / Д. М. Мордасов, М. Д. Мордасов, И. Г. Проценко // Современные технологии композиционных материалов : матер. II науч.-практ. молодежной конф. с междунар. участием: 18 – 21 октября 2016. – Уфа : Изд-во Башкирского государственного университета, 2016. – С. 98 – 102.