

неральными добавками. При правильном проектировании состава удастся существенно повысить водостойкость материалов и довести коэффициент размягчения до 0,4-0,6.

Несомненный интерес представляет механохимическая технология получения цветных гипсов. Сначала дробленый гипсовый камень слегка орошается водой, затем раздавливается, измельчается и окрашивается кислотостойкими пигментами. Кристаллическая природа гипса сохраняется в любых размерах частиц и играет роль каркаса в получаемых пигментах.

На второй стадии порошкообразную смесь строительного полуводного белого или серого гипса с пигментом подвергают механоактивации и получают цветной строительный гипс высокого качества. Данная технология позволяет производить цветные гипсы любого заданного цвета и открыть новую страницу в декоративной отделке фасадов и интерьеров зданий.

УДК 546.28

### **Синтез и свойства цементов на основе высокодисперсного нитрида кремния и ортофосфорной кислоты**

Студенты гр. 10405114 Скируха А.С., гр. 101610 Шевченко А.А.  
Научный руководитель – Медведев Д.И.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Известно, что ультрадисперсные системы могут служить основой при создании паст для неразъемных соединений разнородных материалов, а также при разработке композиционных материалов с повышенными физико-механическими свойствами.

Последнее объясняется резким снижением энергии активации процессов, обуславливающих твердение систем при относительно невысоких (20 – 200°C) температурах термообработки.

В работе проведены исследования по разработке антикоррозионных термостойких материалов фосфатного твердения с целью использования их в качестве клеев, обладающих высокими диэлектрическими свойствами, а также защитных покрытий.

Выбор ортофосфорной кислоты обусловлен способностью последней образовывать клейкие и вязкие (вследствие образования водородных связей), растворы, на основе которых при введении в состав наполнителей получают твердеющие массы, стойкие при нагревании до высоких температур.

Вязущие свойства цементных композиций исследовали на образцах пластичного формования в зависимости от концентрации ортофосфорной кислоты, соотношения твердого и жидкого компонентов и температуры термообработки.

Экспериментально было установлено, что лучшие по прочности образцы образуются при затворении 60-80%-ными кислотами. Поэтому в дальнейшем исследования проводили с концентрированными растворами  $H_3PO_4$ .

Определены оптимальные условия получения кремнийфосфатных цементов. Установлено, что использование дисперсного  $Si_3N_4$  приводит с одной стороны к некоторому снижению прочностных свойств цементов, а с другой – к резкому возрастанию адгезионных свойств вследствие значительного снижения соотношения Т:Ж.

Физико-химическими методами исследования установлено, что взаимодействие  $Si_3N_4$  с ортофосфорной кислотой является сложным процессом в результате чего образуются кислые фосфаты кремния общей формулы  $x P_2O_5 \cdot y SiO_2 \cdot n H_2O$ . В ИК спектре образцов фиксируются полосы поглощения в области 1176 и 1030  $cm^{-1}$  характерные для связи P-O-P и полоса при 1098  $cm^{-1}$  соответствующая связи P-O-Si. Причем одним из основных факторов влияю-

щих на кристаллохимические и химические свойства продуктов реакции является температура обработки.

Показано, что клеявые и диэлектрические свойства цементов при увеличении температуры термообработки с 20 до 400°C резко возрастает.

Образцы хотя и уступают по показателю диэлектрическим свойствам индивидуально-го нитрида кремния, но имеют перед ним весьма важное преимущество – обеспечивают стабильные диэлектрические свойства с большим числом склеиваемых материалов.

Установлено не только обеспечивают высокую прочность клеявого соединения в исходном состоянии, но и сохраняет прочностные показатели в процессе эксплуатации при повышенных температурах, демонстрируя тем самым стойкость соединений к термической и термоокислительной деструкции.

УДК 621.762

### **Использование нанодисперсного порошка оксида кремния в бетоне**

Студент гр.10403114 Полуян А.В.

Научный руководитель – Бурак Г.А.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Бетон нового поколения или нанобетон с прочностью 120 – 140 МПа может быть получен при использовании микродобавок SiO<sub>2</sub>, обладающих высоким пластифицирующим действием и химическим взаимодействием с портландитом.

Все исследования высокодисперсных SiO<sub>2</sub>, проведенные в бетонах старого поколения, не могут дать сколько-нибудь заметного эффекта из-за наличия в этих бетонах большого количества макро- и микродефектов, а также гидроксида кальция Ca(OH)<sub>2</sub>. Содержание последнего в бетоне в зависимости от количества C<sub>3</sub>S и C<sub>2</sub>S и основности образующихся гидросиликатов может варьировать от 25 до 30% от массы цемента.

Наибольшее количество извести выделяет при гидратации и гидролизе алита (3CaO·SiO<sub>2</sub>). Процесс образования гидросиликатов кальция с основностью равный 1,5 протекает по реакции  $2C_3S + 6H_2O = C_3S_2H_3 + 3Ca(OH)_2$

При использовании рядового портландцемента с содержанием алита 60%, количество образовавшегося портландита составит 23,6%. Так как в цементе содержится также белит (β-2CaOSiO<sub>2</sub>), то при содержании его в количестве 20% и гидролизе по реакции  $2C_2S + 4H_2O = C_3S_2H_3 + Ca(OH)_2$  выделяется дополнительно 4,3% Ca(OH)<sub>2</sub>, а общее содержание портландита составит 27,9%.

Если исходить из возможной реакции портландита и чистой кремнеземосодержащей добавки  $2Ca(OH)_2 + 2SiO_2 = C_3S_2H_3$ , то соотношение Ca(OH)<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> должно составлять 1,23:1 для образования гидросиликатов кальция с основностью 1,5.

Таким образом, доля микрокремнезема в цементе должна составлять не менее 22. Как известно гидроксид кальция ухудшает водостойкость, коррозионную стойкость бетона. Никакие фуллерены, фуллероиды и астралены, взятые в ничтожном количестве 1 – 10 г/т бетонной смеси, не свяжут 20 – 30% Ca(OH)<sub>2</sub> в дополнительное цементирующее соединение. Малые дозы фуллерена не избавят также от существенного избытка воды затворения, а следовательно, и от существенной капиллярной пористости, пониженной коррозионной стойкости и трещиностойкости.

Концепция получения нового бетона основана на существенном изменении его состава и рецептуры.

Для получения образцов использовали ПЦ 500 Д-0, песок M<sub>к</sub> = 0,9 – 1,1, суперпластификатор – С-3, наноSiO<sub>2</sub> – агломерированный и механоактивированный и вода. Из вышеуказанных материалов формовали балочки 4 x 4 x 16 см.