

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТА И БЕТОНА

П. В. ШЕСТАКОВ, И. М. ЗАЙЦЕВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Применение нанотехнологий в производстве цемента и бетона позволит не только получать высококачественный продукт нового уровня, но и избавиться от дефицита, считают специалисты.

Одна из самых многообещающих сфер применения нанотехнологий – производство строительных материалов нового поколения. Уже сегодня в мире при помощи нанотехнологий производят цемент, керамику, металлические сплавы, пластмассы, лакокрасочные и многие другие материалы с уникальными свойствами.

На сегодняшний день опубликован широкий ряд исследований по применению нанотехнологий в производстве стройматериалов, и в том числе бетона.

Развивая идеи нанотехнологии на уровне современных знаний, задача повышения качества бетона как композита может быть решена за счет максимального использования энергетических возможностей цемента, резервы которого, как правило, используются не полностью. Это происходит в силу возникающих в твердеющей системе бетона внутренних напряжений, ограничивающих его расход.

Решение этой проблемы может быть достигнуто использованием добавок определенной природы. Такими свойствами могут обладать золи, имеющие коллоидный (нано-) размер частиц (1–100 нм) и характеризующиеся особыми свойствами фрактальной поверхности – высокой поверхностной энергией.

Всего называют три основных технологических способа использования наноструктур при производстве бетона:

- «сверху вниз» – диспергирование, измельчение, глазурирование и др.;
- «снизу вверх» – конденсация, объединение атомов, ионов, молекул, концепция «золь-гель»;
- применение природных фуллеренов как родственных структур нанотрубок – шунгит-шунгизит и др.

Основная идея применения золя как добавки в бетон состоит в использовании структуры золя для создания дополнительного структурного элемента в бетонной смеси. Этот элемент представляет собой наночастицу оксида кремния, который со временем в результате реакции с $\text{Ca}(\text{OH})_2$

переходит в гидросиликат кальция и способствует сокращению количества пор от размера 1 нм и выше. Согласно этим исследованиям использование 20 %-й минеральной добавки доменного шлака позволяет получить бетон классом В90 и более в возрасте 28 суток. А в возрасте 56 суток класс бетона превышал В100.

На преодоление дефицита бетона, в частности, направлен способ домола портландцемента перед его использованием до наноразмерных частиц. Таким образом, увеличивается доля вещества, вступающего в реакцию с водой.

У домолотого цемента частицы реагируют с водой на 80–90 % их объема. Следовательно, на получение заданного изделия цемента потребуется меньше. Кроме того, домолотый цемент обеспечивает получение более прочных бетонных изделий. Это обстоятельство позволяет еще более снизить расход цемента.

Еще одно направление, позволяющее экономить цемент, – добавление в него нанодисперсных модификаторов, особенно таких, которые являются отходами.

Микрокремнезем, образующийся как отход при получении кремния и ферросилиция, позволяет повысить прочность бетонов.

Некоторые ученые предлагают получить нанодисперсный кремнезем из геотермальных вод.

Из всех нанотехнологий, предлагаемых учеными, является использование в производстве строительных материалов шунгита, который считается самостоятельным строительным материалом и может быть использован как наполнитель для производства электропроводящего бетона (именно таким свойством обладает эта порода). Применяется в качестве вспененных наполнителей для легких бетонов, для изготовления токопроводящей краски, для устройства наливных полов, материала для производства абсолютно инертных фильтров, очищающих воду и т. д. Также уникальное свойство шунгита – способность экранировать электромагнитные излучения высоких и сверхвысоких частот.

Разработана рецептура бетонной смеси на основе шунгита, из которой получается камень стойкий к гамма-лучам. Такой бетон рекомендован исследователями для изготовления хранилищ радиоактивных отходов, отработанного ядерного топлива и он уже применяется в этой сфере.

Начинаются первые попытки производства наиболее перспективных разновидностей фуллеренов – нанотрубок, несмотря на то, что это еще очень дорого. Экспериментально доказано, что использование нанотрубок для приготовления цементных пенобетонов значительно повышает их физико-механические свойства, а затраты на добавку – компенсируются возможностью экономить цемент.