

НАНОТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТОНКОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

Морева И.Ю., Евтушенко Е.И.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова,
Белгород, Россия*

В ноябре 2006 г. в Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г.Шухова прошел семинар-совещание ученых, преподавателей и ведущих специалистов, работающих в области технологии керамики и огнеупоров, дизайна керамических изделий. Одним из самых перспективных направлений повышения эффективности производства, улучшения технических свойств керамических и композиционных материалов было признано применение нанотехнологий и проведение исследований по следующим направлениям:

- использование высокоэффективных наполнителей и модификаторов в виде наночастиц и нановолокон, в том числе направленно формируемых и синтезируемых на определенных этапах технологического цикла;

- управление свойствами природного и техногенного сырья, керамических и композиционных материалов с использованием процессов, обусловленных объемными структурными изменениями на наноуровне.

По первому направлению наиболее перспективным, особенно для изделий тонкой керамики и огнеупоров, выпускаемых в больших объемах, является использование технологии высококонцентрированных керамических вяжущих суспензий [1]. Свойства подобных керамических вяжущих обеспечиваются синтезом наночастиц, которые определяют реотехнологические свойства суспензии, процессы спекания при обжиге, и, в конечном счете, свойства готового изделия.

Второе направление исследований и развития технологии керамики может быть реализовано при использовании специальных приемов, основанных на термической и механической активации и, соответственно, формировании деформационных структур на наноуровне [2]. В этом случае возможно также направленное использование активированного, вследствие его генезиса, сырья [3].

В данной работе была поставлена задача совмещения в одном технологическом цикле целого комплекса приемов, направленных на использование активированного сырья для получения искусственных керамических вяжущих. Исследования по возможности получения искусственных керамических вяжущих проводились на основе отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов, кварцитопесчаников Курской магнитной аномалии и термоактивированных шамотных фарфоро-фаянсовых массах.

Наиболее крупнотоннажными отходами в Белгородской области являются отходы Курской

магнитной аномалии, в частности, отходы обогащения железистых кварцитов, а также вскрышные породы – кварцитопесчаники. Минеральный состав этих материалов представлен, в основном, кварцем (содержание SiO_2 в ООЖК – 60-70%, в кварцитопесчанике – до 95%), а также иллитом, биотитом, магнетитом. Для перевода основных компонентов отходов обогащения в активное состояние, а также для удаления глинистых примесей, затрудняющих помол, проводилась предварительная термическая обработка. По данным рентгенофазового анализа установлено, что при обжиге в интервале температур 1050-1150°C происходят существенные структурные изменения, способствующие разрыхлению кристаллической решетки кварца: разложение гидрослодов, образование β -кristобалита, диффузия ионов-минерализаторов в кристаллические структуры [2]. В отличие от ООЖК, кварцитопесчаник является генетически активированным материалом: порообразующий минерал кварц обладает серией структурных дефектов и большим запасом внутренней энергии, поэтому предположительно может быть достаточно активен без предварительной термообработки [3].

Особый интерес представляют исследования по возможности получения вяжущих суспензий на основе термоактивированных фарфоро-фаянсовых масс с улучшенными литьевыми характеристиками и пониженной влажностью, которые могли бы заменить традиционные шликера. В работе использовался бой сухих санитарно-керамических изделий, который подвергали термообработке при 950 – 1000°C. В этом случае продукты разложения, также как и кварц после полиморфных превращений (при нагреве и охлаждении), находятся в активном состоянии. Предварительная термическая обработка позволяет в существенной степени модифицировать свойства материала, уменьшить влияние растворимых примесей за счет их взаимодействия с основным сырьем. Помол материалов проводили в мельнице 50 л многостадийной загрузки с использованием электролитов. Как и предполагалось, помол активированных материалов проходил гораздо быстрее, чем традиционно используемого в технологии тонкой строительной керамики кварцевого песка. Полученные суспензии обладали вяжущими свойствами, высокой плотностью, сравнительно низкой влажностью. Установлено, что введением электролитов на определенных стадиях помола можно регулировать реологические характеристики, изменять содержание коллоидной фракции и плотность суспензии. В табл. 1 показаны некоторые характеристики полученных искусственных вяжущих суспензий. Отличительной характеристикой помола ряда активированных материалов по технологии ВКВС является возможность более эффективной наработки наночастиц, содержание которых в суспензии может достигать 4%.

Таблица 1. Сравнительные характеристики суспензий

| № | Характеристики | Исследуемые суспензии | | | |
|---|------------------------------------|-----------------------|---------|-------------------|----------------------|
| | | кварцевый песок | ООЖК | кварцито-песчаник | активированный шамот |
| 1 | Время помола, ч | 18 | 12 | 11 | 13 |
| 2 | Плотность, кг/м ³ | 2130 | 2120 | 2040 | 1900 |
| 3 | Время истечения через 30 с, с | 313 | 210 | 167 | 118 |
| 4 | Коэффициент загустевания | 1,08 | загуст. | 1,7 | 3,0 |
| 5 | Остаток на сите 0063, % | 1,5 | 0,12 | 0,17 | 0,2 |
| 6 | Влажность, % | 13 | 22 | 19 | 23 |
| 7 | Объемная концентрация твердой фазы | 0,68 | 0,65 | 0,63 | 0,56 |
| 8 | Содержание наночастиц, % | 0,73 | 0,93 | 4,0 | 4,0 |

Исследования способности к спеканию полученных суспензий показали, что отлитые образцы керамики обладают необходимыми физико-механическими характеристиками после сушки и проявляют более высокую активность при спекании. Искусственные керамические вяжущие на основе отходов КМА могут быть использованы при производстве облицовочной плитки с заменой кварцевого песка и части глинистых компонентов. Использование шликеров на основе термоактивированных фарфоро-фаянсовых масс позволяет увеличить скорость набора массы, снизить пористость отливок и температуру обжига изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пивинский Ю.Е. Керамические вяжущие и керамобетоны. – М.: Металлургия, 1990 – 269 с.
2. Евтушенко Е.И. Активационные процессы в технологии строительных материалов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2003.- 209 с.
3. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород: Научное издание. - М.: Изд-во АСВ, 2006. - 526 с.

СТРУКТУРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ В УСЛОВИЯХ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ

Сыса О.К., Евтушенко Е.И.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

В настоящее время по мере исчерпания запасов качественного сырья особое значение приобретает возможность управления структурно зависимыми свойствами глинистых материалов. Одним из наиболее эффективных способов модификации глин наря-

ду с вылеживанием, летованием, парообработкой и механоактивацией является гидротермальная обработка или запарка [1, 2].

Целью настоящей работы было уточнение возможности влияния гидротермальной обработки на свойства глинистого сырья широко используемого в производстве керамических материалов.

Для исследований был использован каолин Просьяновского, Глуховецкого, Кыштымского и Журавлинолговского месторождений и ряд полиминеральных глин. Предварительная автоклавная обработка (запарка) глинистого сырья производилась в различных условиях:

- в относительно равновесных условиях при температуре 184⁰С и давлении пара 1 МПа в течение 6 часов в проходном автоклаве. Одна партия каолинов была предварительно обработана раствором соды с концентрацией карбоната натрия в пересчете на твердое вещество в количестве - 0,2%.

- в неравновесных условиях при давлении пара 1 – 4 МПа (быстрый подъем и резкий сброс давления при водном охлаждении гидротермальной бомбы). Выдержка при максимальном давлении осуществлялась в течение 2-х часов.

Установлено, что в независимости от равновесности условий гидротермальной обработки имеет место существенное структурно-модифицирующее воздействие на характеристики глинистого сырья.

Рентгенофазовый анализ исходного и модифицированного сырья позволил установить, что предлагаемая обработка некоторым образом меняет структуру глин и каолинов. Установлено что, в материалах идут два конкурирующих процесса: первый из которых - упорядочение кристаллической структуры вещества, на РФА это сопровождается увеличением интенсивности отражений и их расщеплением. Второй процесс это разрушение структуры или диспергация, который на РФА сопровождается сглаживанием пиков и смещением их в сторону больших брегговских углов. При этом изменяется индекс кри-