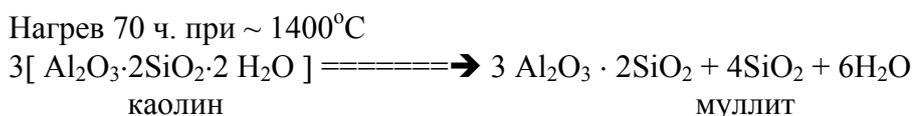


СВС-ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ФУТЕРОВКИ СУШИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Клубович В. В., Рубаник В. В., Самолётов В. Г.

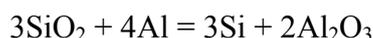
ГНУ «ИТА НАН Беларуси», Витебск, УО «ВГТУ»,
ita@vitebsk.by

В ряде случаев традиционные огнеупорные материалы и способы футеровки не могут обеспечить необходимый комплекс свойств – сочетание прочности, износостойкости, коррозионной и термической стойкости. В обычном технологическом режиме огнеупорная керамика образуется в процессе длительного обжига формованного сырого материала в печах туннельного типа в результате реакции, схематически которую можно выразить уравнением:



В последнее время разрабатываются новые огнеупорные материалы и способы футеровки. В частности, получили распространение технологические процессы синтеза новых материалов с помощью метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) [1]. С практической точки зрения особое предпочтение получают смешанные СВС системы, содержащие в своем составе диоксид кремния (SiO_2), поскольку этот материал составляет основу большинства природных материалов и отходов строительной индустрии. Так на основе смесей $\text{SiO}_2 + \text{Al}$, глина + Al и зола-унос + Al получен огнеупорный жаростойкий материал муллитовой структуры общего состава $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{SiO}_2$, где $x=68-70\%$, $y=30-32\%$ по массе [2]. В реакциях СВС-систем с восстановительной стадией керамический материал на основе муллитовых структур образуется в результате следующих реакций:

I стадия – восстановительная, идет за счет предварительного нагрева шихты



II стадия - высокотемпературный синтез с выделением тепла (экзотермическая стадия)



Обобщение известных экспериментальных данных и математическое моделирование процессов структурообразования позволяет сделать вывод, что идеальная структура СВС-огнеупорных материалов представляет собой пористую плавленную оксидную матрицу с включениями армирующей фазы, при минимальном растворении армирующей фазы и при полном смачивании ее частиц расплавом матрицы. Для этого необходимо, чтобы существовала определенная связь между удельной поверхностью балласта и давлением насыщенных паров материала армирующего наполнителя. Выявленные закономерности существенно упрощают выбор материалов в производстве СВС-огнеупоров и позволяют использовать различные промышленные отходы и местное минеральное сырье [3]. Основное преимущество СВС-огнеупоров по сравнению со спеченными огнеупорами зернистой структуры – высокая коррозионная стойкость в металлических расплавах, шлаках, расплавах стекол и других агрессивных жидких и газообразных средах. Используемое оборудование недорогое и несложное в эксплуатации. Применение СВС-огнеупоров позволяет осуществить принципиально новые конструктивные решения, неосуществимые при использовании обычных огнеупоров.

С практической точки зрения большой интерес представляют неформованные СВС-огнеупоры – штукатурные и обмазочные смеси, так как они позволяют ремонтировать футеровку тепловых агрегатов (рис. 1), тем самым существенно (в несколько раз) увеличить их межремонтный период.



Рис. 1. Эрозия футеровки сушильной печи на ОАО «Доломит»

Поскольку при таком ремонте расход смеси невелик ($5\div 7$ кг/м²), то использование неформованных СВС-огнеупоров, несмотря на их высокую стоимость, намного выгоднее, чем полная замена футеровки. На основании обзора литературы и проведенных экспериментов был разработан следующий состав смеси для огнеупорного СВС-покрытия (весовые проценты):

Песок строительный	41
Порошок алюминия АСД-4	20
Доломит	20
Жидкое стекло	5
Вода	14



Рис. 2. Вид покрытия, нанесенного на поверхность горелочного камня после 7 суток непрерывной работы печи

Данное покрытие хорошо проявило себя при производственных испытаниях на ОАО «Доломит» (г. Витебск) при восстановлении футеровки сушильных печей. Так после непрерывной работы печи в течение семи суток покрытие не имело следов оплавления и коробления (рис. 2).

Результаты рентгенофазового анализа синтезированного материала (рис. 3) показывают, что в синтезированном покрытии присутствуют муллит, алюминат кальция, алюмосиликат кальция, алюмомагниева шпинель, анортит и другие фазы. Необходи-

можно отметить, что интенсивность гелеобразования в растворе исходной смеси с водой можно повысить с помощью механической активации исходных компонентов, которая, кроме того, повышает скорость взаимодействия реагентов смеси и глубину химического превращения при горении [4]. Одним из вариантов механической активации предложена ультразвуковая активация [5]. Установлено, что при определённых параметрах

ультразвуковой механоактивации степень гидратации достигает такого значения, что раствор начинает затвердевать уже в процессе активации даже под слоем воды.

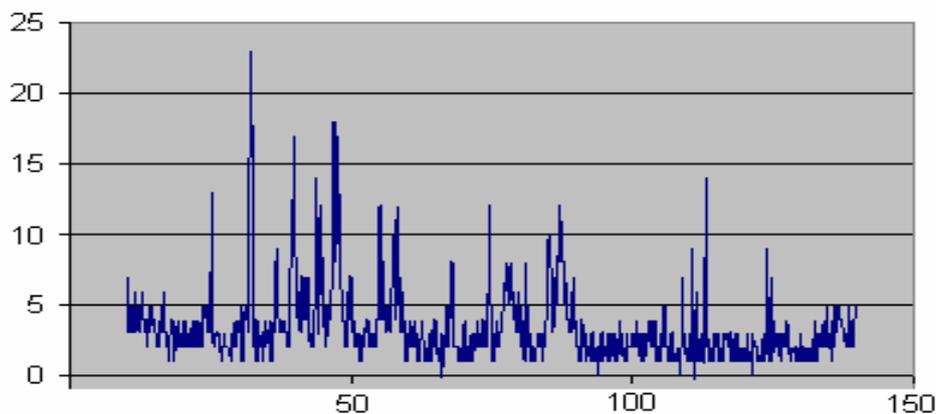


Рис. 3. Рентгенограмма синтезированного огнеупорного покрытия (по вертикали отложена интенсивность, имп/сек; по горизонтали – угол дифракции 2θ , градус)

Этот результат демонстрирует эффективность ультразвукового воздействия. При оптимальной интенсивности ультразвукового воздействия такая активация позволяет увеличить скорость горения смеси и степень превращения реагентов в продукты реакции при СВС-синтезе огнеупорных неформованных материалов.

Список литературы

1. Клубович В.В. Получение износостойких материалов методом центробежного СВС-литья / В.В. Клубович, В.В. Рубаник, В.Г. Самолетов // Монография / «Структура и свойства перспективных металлических материалов», ТГУ РАН / Под общ. ред. А.И. Потеева. – Томск: изд. НТЛ, 2007. – С. 465-488.
2. Мальцев В.М.; Гафиятуллина Г.П.; Уваров Л.А.; Волков В.Т.; Жуков Н.И.; Егоров Н.К / Муллитовый материал для производства огнеупорных изделий ... / Патент RU № 2101263 К1СО4В 35/66, 41/87, 1998 г.
3. Рязанов С.А., Хлыстов А.И. Особенности применения неорганических отходов промышленности при производстве алюмотермитных СВС-огнеупоров. В сб.: Труды 8 Всероссийского Конгресса серии «Экология и здоровье человека» по теме: «Актуальные проблемы экологии человека». Самара. 2002. С. 198-199.; Рязанов С. А., Хлыстов А. И. Неорганические отходы промышленности и их утилизация в производстве алюмотермитных огнеупоров // Процессы, технологии и оборудование для переработки отходов и вторичного сырья. Полигоны по захоронению отходов. Труды 2 Всероссийской научно-практической конференции. Самара. 2003. С. 77-79.
4. Кетегенов Т. А. Особенности горения механически активированной системы $\text{SiO}_2 - \text{Al}$ / Т. А. Кетегенов, О. А. Тюменцева, О. С. Байракова, Ф. Х. Уракаев // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – Т. 13 – С. 217-223.
5. Рубаник В.В. Использование отходов кожевенного производства для получения градиентных материалов методом СВС / В.В. Рубаник, В.В. Клубович, В.Г. Самолетов // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии. VII международная научно-техническая конференция: тезисы докладов общ. ред. А.И. Свириденко. Гродно 29-30 октября 2009 г. – Гродно: издательство ГрГУ. – 2009. – С. 285-291.