

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Суворова Дмитрия Сергеевича

«Исследование влияния добавок наноразмерных оксидов на структурные, физико-механические и эксплуатационные характеристики огнеупорных материалов»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 2.6.17 – «Материаловедение»

Диссертация Суворова Д.С. посвящена исследованию огнеупорных материалов, которые являются достаточно востребованными во многих отраслях промышленности, в первую очередь в металлургии. В частности, в работе рассмотрены огнеупоры, содержащие алюминатно-кальциевые связующие, отличающиеся рядом полезных характеристик, таких как высокая скорость твердения, стойкостью к воздействию агрессивных сред, огнеупорностью, износостойкостью и высокой ранней прочностью. Однако данные материалы обладают рядом недостатков, таких как зависимость структуры от процесса гидратации, что в свою очередь оказывает непосредственное влияние на эксплуатационные характеристики (прочность, термостойкость и шлакоустойчивость). Что в свою очередь приводит к увеличению расхода огнеупоров и повышению общей стоимости металлургической продукции. Поиск совокупности методов, направленных на повышении качества огнеупорных материалов, является актуальной научно-технической задачей как для материаловедения, так и для металлургии.

Автор работы предлагает подходов, позволяющих повысить качество выпускаемой продукции за счёт снижения пористости и повышения важнейших эксплуатационных характеристик, которые заключается во введении наноразмерных добавок, таких как диоксид кремния, оксид графена, в состав огнеупорного вяжущего. При этом отмечается, что на данном этапе мало изучены процессы гидратации алюминатно-кальциевых цементов в присутствии данных добавок. Введение в состав алюминатно-кальциевого цемента оксида графена ранее не изучалось. Вышеизложенное подтверждает актуальность и научную новизну диссертационной работы Суворова Д.С.

В представленной диссертационной работе Суворова Д.С. при модифицировании алюминатно-кальциевых цементов SiO_2 с концентрацией 1 мас. % позволяет достигать максимальных значений физико-механических и эксплуатационных характеристик. Повышение характеристик объясняется образованием гелеобразного слоя гидратов в процессе гидратации. Также диссертантом предложен механизм гидратации алюминатно-кальциевого цемента, заключающийся в том, что наноразмерные частицы являются донорами воды, центрами кристаллизации гидратов. С другой стороны, наноразмерные

частицы представляют препятствие для роста кристаллогидратов и замедляют превращение метастабильных фаз в стабильные, что способствует формированию гелеобразного слоя гидратов, способствующего снижению пористости и повышению физико-механических и эксплуатационных характеристик огнеупорного материала.

Также впервые предложен механизм процесса гидратации алюминатно-кальцевого цемента, модифицированного оксидом графена. Механизм заключается в адсорбции ионов Ca^{2+} и $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ на поверхности оксида графена и последующем их взаимодействии с образованием гидратов. За счет большой удельной поверхности число центров кристаллизации значительно возрастает, что, в свою очередь способствует уплотнению структуры и повышению прочности. Положительно сказывается взаимодействие ионов Ca^{2+} с COOH функциональными группами, что также способствует повышению прочности огнеупорных материалов.

Диссертантом в ходе работы определены режимы обработки алюминатно-кальцевого цемента. Определены оптимальные концентрации модификаторов SiO_2 (1 мас. %) и оксида графена (0,05 мас. %). Разработана методика уплотнения огнеупорных материалов с повышением прочности на 25 – 30 % и термической стойкости на 24 %. Разработан способ упрочнения алюминатно-кальцевого цемента наночастицами оксида графена с достижением прочности при сжатии не менее 65 МПа.

Важной и показательной частью работы Суворова Д.С. является применение добавки диоксида кремния в промышленном производстве огнеупорных изделий. Опытнотехнологическая апробация проходила на производственной площадке ПАО «Северсталь». В результате установлено, что введение 1 мас. % SiO_2 способствует повышению эксплуатационных характеристик огнеупорных изделий на 20 – 30 %. Таким образом, опытно-промышленные испытания продемонстрировали эффективность наноразмерного диоксида кремния, малые количества которого позволяют сократить расход огнеупорных изделий и повысить рентабельность производства.

Результаты работы, несомненно, обладают научной новизной высокой практической значимостью, что подтверждается публикациями в рецензируемых журналах и трудах конференций. Представленная диссертационная работа Суворова Д.С. выполнена на высоком научном и техническом уровне. Автореферат включает в себя все необходимые разделы и изложен грамотным языком, однако по нему имеется следующее замечание:

- в автореферате отсутствует характеристика оксида графена;
- не приведено описание режимов работы вихревого электромагнитного гомогенизатора, в частности не указано отношение массы обрабатываемого материала, количества и параметров мелющих тел.

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от представленной работы.

Считаю, что диссертационная работа Суворова Дмитрия Сергеевича «Исследование влияния добавок наноразмерных оксидом на структурные, физико-механические и эксплуатационные характеристики огнеупорных материалов» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, соответствующую требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата технических по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Доцент кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Кандидат технических наук  Сенина Марина Олеговна

«12» февраля 2025 г

Согласна на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих пресильных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Суворова Дмитрия Сергеевича

Адрес: 125047, г. Москва, Миусская площадь, д. 9;

Телефон (рабочий): +7 (499)978-85-94

Адрес электронной почты: senina.m.o@muctr.ru

Подпись Сениной Марины Олеговны заверяю

