

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ФУТЕРОВКИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ С УЛУЧШЕННЫМИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Р.Ю. Попов, В.И. Мухлядо

УО «Белорусский государственный технологический университет»

e-mail: rosropov@mail.ru

Футеровочные изделия, использующиеся в высокотемпературных тепловых агрегатах при производстве строительных материалов, выплавке металлов и т.д., с течением времени разрушаются под действием термических и механических нагрузок. Остановка на ремонт и обслуживание тепловых установок приводит зачастую к снижению показателей производительности труда, низкой эффективности работы предприятий. Использование покрытий, полученных по технологии самовоспламеняющегося синтеза (СВС), способствует решению указанной проблемы.

Весьма актуальной задачей является разработка защитных покрытий для поверхности футеровки, обеспечивающих высокую результативность их применения, сокращение цикла ремонтных работ, долговечность и низкую стоимость. Целью настоящей работы является разработка составов и технологии получения огнеупорных покрытий методом СВС для защиты конструкционных элементов печей обжига на основе сложных алюмосиликатных систем.

Достоинство технологии СВС заложено в самом принципе – использование выделяющегося тепла химических реакций вместо нагрева вещества от внешнего источника, поэтому СВ – процессы успешно конкурируют с традиционными энергоемкими технологиями. Порошковую смесь (шихту) помещают в реактор и в газовой среде производят локальное инициирование процесса (зажигание). Затем происходит самопроизвольное распространение волны горения, охватывающую всю смесь, завершение реакции и остывание синтезированного продукта.

Основными причинами применения технологии самовоспламеняющегося синтеза для получения покрытий являются: простота получения защитного слоя; повышение прочности футеровки; увеличение срока службы тепловых агрегатов; возможность ремонта тепловых агрегатов без полной замены футеровки; использование для материалов футеровки более дешевых огнеупоров, за счет их защиты при нанесении СВС покрытия; использование выделяющегося тепла химических реакций вместо нагрева вещества от внешнего источника.

Достоинством данного метода является способность синтезировать огнеупорную керамику при незначительных энергетических затратах, необходимых только для инициализации процесса горения. Для большинства составов эта температура составляет 600 – 900°C. Обеспечение данного процесса предусматривает использования металлического алюминия или магния – металлов, способных поддерживать горение смеси при естественных условиях. Недостатками этого метода являются сложность и быстрота протекания

процесса, что не всегда позволяет достигать необходимых результатов. Существенная скорость процесса осложняет возможность его регулирования, а образующиеся при синтезе материала соединения в следствие развития высоких температур, достигающих порой 2000°C, а также быстроты их образования, зачастую, приводит к нарушению целостности изделий или образованию дефектов в их структуре.

Экспериментальные композиции готовились с использованием следующих сырьевых материалов: алюминиевая пудра марки ПАП-1 или ПАП-2 (ГОСТ 5494 – 95), глина месторождения «Лукомль-1», натрий кремнефтористый (ГОСТ 87 – 77), оксид железа (III), электрокорунд (ГОСТ 28818 – 90), каолин месторождения «Просяновский» природный, гранитоидные отсевы (ГОСТ 8267-93), нефелин-сиенит, бутылочный стеклобой (ГОСТ Р 52233-2004), кроме того в состав вводился отход глазурей, образующийся на ОАО «Керамин». Установлено, что введение указанного отхода способствует не только спеканию покрытия, но и насыщению материала ZrO₂, который может обеспечивать кристаллизацию полезных для прочностных свойств фаз, например, муллита. Важной составляющей массы является кремнефтористый натрий, являющийся активным компонентом смеси, обеспечивающим интенсивное формирование стекловидной фазы совместно с другими компонентами шихты (например, оксидом железа).

Сырьевые смеси готовились путём смешения согласно рецептуре исходных сырьевых компонентов. Перемешивание смесей проводилось в валковой мельнице в течение 15–20 мин с использованием фарфоровых мелющих тел. Процесс смешивания производился до получения однородной массы, которая затем просеивается через сито с размерами ячейки 0,1 мм для повышения однородности. В подготовленную массу добавляли связующее, в качестве которого выступало жидкое стекло, а также добавлялась вода. Полученную суспензию с помощью кисти наносили на поверхность очищенного и увлажненного образца огнеупора. Толщина нанесенного покрытия составляла 1 – 2 мм. После сушки в естественных условиях, осуществлялся обжиг в электрических муфельных печах, скорость подъема температуры составляла 150 – 200 °C/ч.

Образцы оптимального состава, полученные по указанной технологии и обожженные при температуре 1150 °C, характеризовались следующим набором свойств: водопоглощение – 16,0 %; открытая пористость – 21,0 %; кажущаяся плотность – 1348 кг/m³; твердость по шкале Мооса 8, теплопроводность (T=200°C) находится в интервале 0,400–0,548 Вт/(м·К). Анализ данных рентгенофазового исследования большинства образцов свидетельствует о том, что основными кристаллическими фазами покрытий являются α-кварц (или его разновидности), корунд, гематит, а также целый ряд твердых растворов криптокристаллической структуры (алюмосиликаты кальция и натрия) по своему химическому составу близкому к плагиоклазу.