

ОГНЕУПОРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

О.С. Завгородняя, А.Ю. Шевченко
Донецкий национальный технический университет

В работе исследовано влияние состава защитных огнеупорных покрытий тепловых аппаратов на их свойства (плотность, пористость, водопоглощение, усадку, термостойкость, предел прочности на сжатие).

Ключевые слова: ОГНЕУПОРНЫЕ ПОКРЫТИЯ, ЗАЩИТА ФУТЕРОВКИ, ЗАПОЛНИТЕЛЬ, ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗКА, ТЕРМОСТОЙКОСТЬ, ПЛОТНОСТЬ, ПОРИСТОСТЬ

The effect of the composition of protective refractory coatings of thermal apparatus on their properties was investigated in this work (such properties as: density, porosity, water absorption, shrinkage, heat resistance, compressive strength).

Keywords: REFRACTORY COATINGS, PROTECTION OF FACING, FILLER, CHEMICAL BINDER, THERMAL RESISTANCE, DENSITY, POROSITY

В связи с интенсивным развитием научных и технических процессов, требования, предъявляемые к конструкционным материалам, для обеспечения наибольшей производительности аппаратов, беспрестанно растут. Тепловые агрегаты длительное время могут использоваться в условиях резких колебаний температуры, воздействию агрессивных сред, эрозионного и коррозионного износа, все это негативно сказывается на сроке их службы, а также качестве выпускаемой продукции. Как показывает практика, применение качественных, а, следовательно, и более дорогих материалов для кладки производственных печей не всегда возможно или целесообразно, вследствие чего обычно используют более дешевые изделия, которые менее устойчивы к действию различных разрушающих факторов. Как правило, это приводит к быстрому износу футеровки аппаратов и увеличению отходов (большая часть которых идет в отвалы), а, следовательно, повышается расход исходных сырьевых компонентов на производство новых материалов для кладки печей.

Данная работа направлена на исследование влияния различных добавок на свойства огнеупорных покрытий, используемых для продления срока службы футеровки промышленных печей и других тепловых агрегатов, а также, на изучение возможности рекуперации технологических отходов в производстве защитных покрытий, с целью уменьшения образования производственных отходов и более рационально использования природных ресурсов.

Огнеупорные покрытия представляют собой порошки из различных огнеупорных материалов определенной зернистости, в которые для связывания вводят различные добавки. Эти покрытия наносят на рабочую поверхность огнеупорной футеровки методом торкретирования при помощи специальных аппаратов, а в отдельных случаях вручную в виде обмазок, для предохранения их от преждевременного износа при воздействии шлаков и других разрушающих реагентов, а также для ремонта повреждений кладки, как во время остановок, так и в процессе эксплуатации печных агрегатов, что в целом способствует продлению срока службы кладки [1]. Толщина слоя обмазки должна составлять 4 – 7 мм. При большей толщине покрытие может растрескаться в процессе сушки и отпасть, при меньшей толщине понижается ее стойкость. Схватывание и твердение обмазок происходит в результате высыхания и спекания массы при нагреве. Состав и зернистость покрытий определяются способом

их нанесения, родом ремонтируемой или защищаемой ими кладки и условиями службы. В составах масс содержится наполнитель с зернами размером менее 2 мм и при содержании тонких фракций менее 0,2 – 0,5 мм порядка 50 %, химическая связка, пластификатор и вода. Огнеупорный наполнитель обычно подбирают по аналогии с природой защищаемой кладки. Пластификаторами являются бентониты или пластичные огнеупорные глины, вводимые в количестве 5 – 10 %. Химической связкой могут служить вводимые в количестве 1 – 15 % растворимое стекло, хроматы, фосфаты, соли магния, шлаки, железистые добавки и др. Однако применение этих добавок допустимо лишь в тех случаях, когда понижение огнеупорных свойств массы не может ухудшить ее стойкость в службе [2].

Предъявляемые к покрытиям требования очень разнообразны. Во многих случаях от покрытия требуется комплекс свойств, обеспечивающих его длительную работу в условиях эксплуатации. Естественно, весь этот комплекс свойств трудно совместить в одном материале. Однако, при анализе соответствующей литературы [1, 3] можно сделать вывод, что при правильном подборе соотношения основных компонентов смеси обмазки и введении соответствующих добавок можно существенно повысить эксплуатационные свойства защитных покрытий.

В настоящее время проведены экспериментальные исследования покрытий на основе шамота и огнеупорной глины, используемых для ремонта кладки коксовых печей, с добавлением технического глинозема. Составы для приготовления обмазки приведены в таблице 1. В качестве вяжущего была использована фосфорная кислота с концентрацией 57 % в количестве 15 – 17 % (из расчета к массе сухих порошков).

Таблица 1 – Состав огнеупорного покрытия

Компоненты	Состав, масс. %			
	I	II	III	IV
Шамот	90	80	70	60
Глина огнеупорная	10	10	10	10
Глинозем	0	10	20	30

Огнеупорную обмазку готовят следующим образом. Сухую смесь тщательно перемешивают. Добавляют вяжущее и продолжают смешение до получения однородной смеси. Полученную обмазку наносят тонкими слоями на образцы огнеупоров при комнатной температуре.

Для определения качества исследуемых покрытий было проведено экспериментальное определение плотности, пористости, водопоглощения, усадки, термостойкости и механической прочности на сжатие.

При испытании образцов на термостойкость (способность покрытий выдерживать, не разрушаясь, резкие колебания температур), в лабораторных условиях используют метод определения по числу теплосмен до разрушения покрытия. Сущность метода заключается в том, что исследуемое покрытие нагревают до температуры 900 °С, выдерживают 5 – 10 минут, а затем охлаждают в течение 20 минут на воздухе, далее повторяют цикл. Все образцы показали хорошую термостойкость, выдержав не менее 20 циклов теплосмен (без образования каких-либо повреждений).

Для определения других свойств покрытий на прессе были изготовлены цилиндрические образцы размером примерно 20×20 мм того же состава и подвергнуты 30 минутной термообработке при 900 °С.

Методика определения открытой пористости и кажущейся плотности изделий состоит в следующем: предварительно высушенные и взвешенные испытуемые

образцы насыщают водой при кипячении в течение 45 минут, затем взвешивают насыщенные образцы на воздухе и гидростатическим взвешиванием в той же жидкости, которой они насыщены. По полученным результатам рассчитывают показатели плотности, пористости и водопоглощения.

Прочностные свойства покрытий оценивают по пределу прочности при сжатии, для этого цилиндрические образцы устанавливают в центр испытательного стола гидравлического пресса, вручную опускают верхнюю плитку до соприкосновения с образцом, включают пресс и плавно увеличивают нагрузку. Давление на образец прекращают, когда стрелка динамометра начнет возвращаться в первоначальное положение.

Результаты всех испытаний приведены в таблице 2 (средние арифметические значения из трех параллельных опытов).

Таблица 2 – Результаты испытаний огнеупорных покрытий

Состав	Показатели			
	водопоглощение, %	открытая пористость, %	плотность, г/см ³	прочность на сжатие, МПа
I	11,53	22,33	1,94	22,58
II	13,13	24,97	1,90	18,63
III	15,79	28,76	1,82	11,52
IV	19,23	33,49	1,74	8,87

Анализируя данные сводной таблицы, приведенные выше, можно отметить, что при увеличении содержания глинозема в составе покрытия пропорционально увеличивается его водопоглощение и пористость, а это в свою очередь снижает показатели плотности и прочности, что является нежелательным. Однако в ходе нанесения защитного покрытия различного состава было отмечено положительное влияние введенного глинозема: улучшилась удобоукладываемость массы, увеличивалась степень сцепления с поверхностью, а также уменьшалось время твердения. Все нанесенные покрытия имели удовлетворительную прочность при твердении на воздухе в течение суток и хорошую после двух часов сушки при 110 °С. После сушки и термообработки при 900 °С образцы цилиндрической формы не претерпевали объемных изменений и сохраняли свои размеры (отсутствие усадки является положительным свойством для покрытий).

Таким образом, можно сделать вывод, что введение глинозема рекомендуется только в том случае, если необходимо значительно увеличить огнеупорность или термостойкость защищаемого материала при высоких температурах службы, в иных случаях это является нецелесообразным.

В дальнейшем планируется расширить круг добавок с целью улучшения свойств уже существующих защитных покрытий, а также проработать возможность замены традиционных огнеупорных заполнителей техногенными продуктами.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Огнеупорное производство: В 2 т. Справ, изд. / Под ред. Д. И. Гавриша. – М.: Металлургия, 1965. – Т. 2 – 584 с.
2. Будников, П. П. Химическая технология керамики и огнеупоров / П. П. Будников. – М.: Стройиздат, 1972. – 552 с.
3. Демиденко, Л. М. Высокоогнеупорные композиционные покрытия / Л. М. Демиденко. – М.: Металлургия, 1979. – 216 с.