

Г. Н. НЕКРАСОВА

УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДОЛОМИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ К ШЛАКОВЫМ И КЛИНКЕРНЫМ РАСПЛАВАМ

Одним из важнейших показателей качества огнеупорных и жаростойких изделий и главным фактором развития огнеупоров является необходимость повышения их шлакоустойчивости с целью обеспечения наибольшего ресурсосбережения при производстве и применении.

В данной работе приведены результаты лабораторного эксперимента, полученные при испытаниях на клинкероустойчивость и шлакоустойчивость к основному шлаку жаростойких доломитовых изделий.

Исходным материалом для изготовления жаростойкого изделия является стабилизированный доломитовый клинкер, получение и свойства которого показаны в предыдущих исследованиях [1–3].

Для изучения устойчивости доломитового жаростойкого изделия к шлаковым и клинкерным расплавам изготавливали образцы из стабилизированного доломитового клинкера и периклаза. Состав сухой формовочной смеси: клинкер с размером зерна $5 \pm 1,25$ мм – 50 %; клинкер с размером зерна $1,25 \pm 0,16$ – 10 %; периклаз с размером зерна $1,25 \pm 0,16$ – 10 %; клинкер с размером зерна менее 0,16 – 10 %; периклаз с размером зерна менее 0,16 – 10 %. Образцы изготавливали методом полусухого прессования в виде цилиндров диаметром 70 мм. Связующим служил полифосфат натрия. Давление прессования – 100 МПа.

Образцы-цилиндры сушили в электрическом сушильном шкафу при температуре $100\text{--}105$ °С и затем обжигали при температуре 1500 °С. В обожженном образце высверливали отверстие диаметром 15 мм и глубиной 28–30 мм. Перед испытанием размеры отверстий измеряли при помощи штангенциркуля. Полученные отверстия заполняли доверху измельченным шлаком или портландцементным клинкером. Величина зерен шлака и клинкера – менее 0,5 мм. Образцы с портландцементным клинкером нагревали в лабораторной электрической печи до температуры 1450 °С и выдерживали при этой температуре определенное время. Образцы огнеупора со шлаком БМЗ нагревали до температуры 1500 °С. Время пребывания испытуемых образцов в области температур составляло 60–180 минут.

Объектом сравнения для образцов на основе доломита служили образцы, выпущенные из промышленных периклазохромитовых кирпичей. Их испытывали параллельно в тех же условиях.

После охлаждения печи образцы распиливали по центру углубления, определяли площади, разъеденные шлаком и пропитанные шлаком и клинкером.

Шлак Белорусского металлургического завода, использованный в эксперименте, получается при выплавке стали в электропечах, имеет непостоянный химический состав, основность шлака БМЗ составляет 1,5–2,5. Гранулометрический состав шлака характеризуется наличием частиц как пылевидных, так и кусков 200–300 мкм и более. Около 70 % шлака составляют частицы менее 5 мкм.

В таблице 1 представлены результаты исследования шлакоустойчивости жаростойкого изделия.

Таблица 1. – Характеристика образцов после испытаний на шлакоустойчивость

№ образца	Характеристика испытываемого образца	Время выдержки образца в зоне температур 1450-1500 ⁰ С, мин	Площадь исходного отверстия, мм ²	Площадь отверстия после испытаний, мм ²	Шлако - разъедание, %	Площадь шлакопропитки, мм ²	
1	Образцы на основе доломитового клинкера. Давление прессования – 80 Мпа	60	367	392	6,8	195*	
2		60	367	394	7,3	110	
3		60	382	407	6,5	125	
					Ср.6,9		
4		120	382	418	9,3	170	
5		120	382	412	8,0	178	
6		120	382	409	7,1	190	
					Ср.8,1		
7		180	382	430	12,5	210	
8	180	367	409	11,4	230		
9	180	367	419	14,2	198		
					Ср.12,7		
10	Образцы на основе доломитового клинкера. Давление прессования – 100 Мпа	60	367	384	4,7	60	
11		60	382	400	4,8	70	
12		60	367	380	3,4	70	
					Ср.4,1		
13		120	367	389	6,1	120	
14		120	382	410	7,2	150	
15		120	382	403	5,6	215*	
					Ср.6,3		
13		180	382	418	9,5	170	
17	180	367	397	8,1	186		
18	180	367	392	6,8	182		
					Ср.8,2		
19	Образцы из кирпича ПХЦ по ГОСТ 21436	180	367	395	7,6	165	
20		180	367	398	8,4	173	
					Ср.8,0		

* Испытуемый образец имел внутренние дефекты в виде трещин и посечек. Дефекты стали видны после распиловки образца.

Из данных, представленных в таблице, видно, что при воздействии основного шлака на доломитовый материал при температурах 1450–1500 °С наблюдается незначительное увеличение объема углубления, в которое был помещен шлак. С увеличением времени выдержки в области высоких температур шлакоразъедание изделия несколько увеличивается. При температуре 1500 °С и времени выдержки 3 часа шлакоразъедание составляет 8,2–12,7 %. При высоком давлении прессования получается более плотный и, следовательно, менее пористый образец. Шлакоразъедание и шлакопропитка такого образца меньше, чем у аналогичного с большей пористостью.

При испытании образцов на основе доломитового клинкера на клинкероустойчивость установлено, что при выдержке испытуемых образцов в лабораторной электрической печи при температуре 1450 °С в течение 15 часов (суммарное время выдержки) не наблюдается каких-либо заметных изменений в структуре изделия. Размеры отверстия в образце, в которое был помещен клинкер, не изменились. Визуально реакционная зона не обнаружена, цвет не изменился. Не обнаружены признаки инфильтрации жидкой фазы клинкера вглубь изделия.

Таким образом, сравнительные результаты, полученные при проведении эксперимента, показали, что по такому показателю, как «устойчивость к клинкерному расплаву», изделие на основе доломитового клинкера не уступает периклазохромитовым изделиям, а площадь шлакопропитки изделия зависит от времени выдержки и от давления прессования. По шлакоустойчивости к основному шлаку БМЗ жаростойкие изделия на основе доломитового клинкера также находятся на уровне периклазохромитовых образцов, а на величину шлакопропитки значительное влияние оказывают внутренние дефекты материала.

Это исследование частично поддержано договором №ХД 1905 на выполнение научно-исследовательской работы «Разработать основы технологии синтеза жаростойкого материала на основе доломита для футеровки промышленных тепловых аппаратов».

ЛИТЕРАТУРА

1. Некрасова, Г. Н. Исследование термохимических превращений доломита месторождения «Руба» / Г. Н. Некрасова, Д. М. Кузьменков // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – 2018. – № 2 (211). – С. 10–15.
2. Некрасова, Г. Н. Исследование свойств жаростойкого бетона на полифосфатной связке / Г. Н. Некрасова // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам = Innovative teaching techniques in physics, mathematics, vocational and mechanical training : материалы XI междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 28–29 марта 2019 г. / УО МГПУ им. И.П. Шамякина ; редкол.: Т. В. Карпинская (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2019. – С. 278–280.
3. Некрасова, Г. Н. Низкотемпературный процесс получения жаростойких бетонов на основе доломита и полифосфатной связки / Г. Н. Некрасова, М. И. Кузьменков, Н. М. Шалухо // Огнеупоры и техническая керамика. – 2018. – № 3. – С. 12–15.