

УДК 666.948.4 +666.973.6

ЯЧЕИСТЫЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ ШЛАКА АЛЮМИНОТЕРМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОХРОМА

Д.А. Речкалов

Изложены результаты исследований по разработке глиноземистого вяжущего на основе шлаков алюминотермического производства. Вяжущие модифицированы добавками на основе эфиров поликарбоксилатов. Приведены свойства разработанных вяжущих и ячеистых жаростойких бетонов.

Ключевые слова: глиноземистое вяжущее, глиноземистый цемент, высокоглиноземистый цемент, шлак алюминотермического производства, добавки на основе эфиров поликарбоксилатов, жаростойкие свойства, ячеистый бетон, жаростойкий бетон.

Одним из актуальных путей повышения эффективности работы тепловых агрегатов является использование в их футеровках огнеупорных теплоизоляционных материалов. Главным образом применяют штучные огнеупорные изделия (шамотный ультралегковес, пенокорунд), при более низких температурах – изделия на основе огнеупорного волокна. Производство подобных изделий весьма энергоемко (они требуют обжига), технология не позволяет получать крупногабаритные элементы футеровки. Эта проблема решается путем применения ячеистых жаростойких бетонов. Наиболее высокими температурами применения обладают ячеистые бетоны на фосфатных связующих (ФС) и высокоглиноземистом цементе (ВГЦ) – 1400–1700 °С [1–3]. Используемые вяжущие (ФС, ВГЦ) и заполнители (корунд, шпинель, карбид кремния) имеют высокую стоимость, что ограничивает масштабы применения ячеистых жаростойких бетонов. Для снижения себестоимости в вяжущие вводят добавки различных огнеупорных промышленных отходов глиноземистого состава, используют вяжущие на основе побочных продуктов промышленности [4–6].

Одними из перспективных высокоглиноземистых материалов, пригодных для использования в технологии жаростойкого газобетона, являются шлаки алюминотермического производства ферросплавов. Высокое содержание глинозема позволяет использовать их как компоненты вяжущего и огнеупорный заполнитель [5].

В работе были использован высокоглиноземистый цемент из клинкеров Ключевского завода ферросплавов (КЗФ) по ТУ 14-00186482-048-03. Кроме того, вяжущие получали на основе шлака алюминотермической выплавки феррохрома (плавленого продукта ППГ-50) по ТУ 0798-069-00186482-2011 (табл. 1).

Таблица 1

Клинкеры и шлаки КЗФ

Марка	Химический состав, %							
	Al ₂ O ₃	CaO	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂	FeO	MgO	C
	В пределах			Не более				
КВЦ-70	70–75	17–22	–	–	1,0	1,0	4,0	–
КВЦ-75	75–80	17–22	–	–	0,5	1,0	3,0	–
ППГ-50	46–58	10–24	2–12	–	5,0	0,5	20,0	–

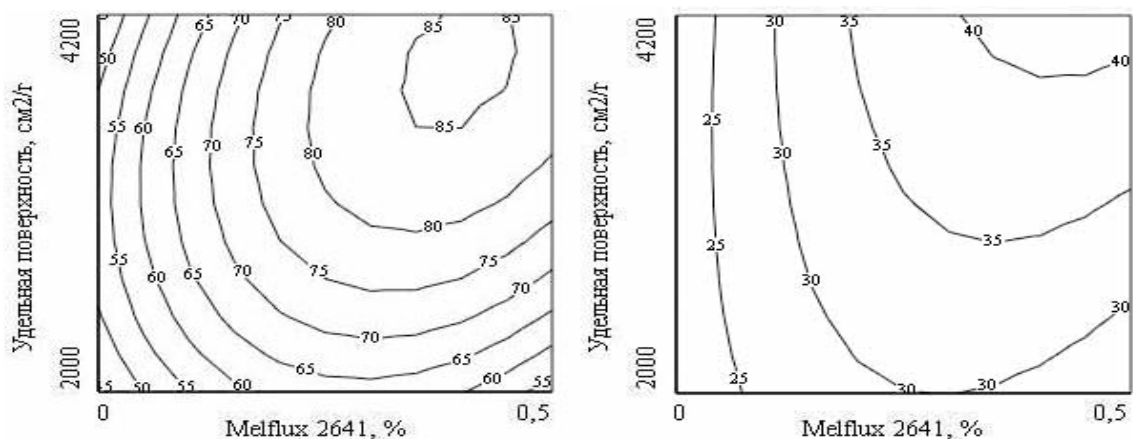
С точки зрения получения вяжущих, из всей номенклатуры шлаков КЗФ наиболее перспективен шлак феррохрома – ППГ-50. Он содержит наибольшее количество алюминатов кальция (преимущественно CA и C₁₂A₇) [5, 6]. На его основе получено глиноземистое шлаковое вяжущее, бетоны на основе которого имеют температуру применения 1300–1700 °С [6].

Вяжущее, полученное на основе ППГ-50, характеризуется очень короткими сроками схватывания (начало схватывания 3–5 мин). Для улучшения свойств вяжущего использовали пластификаторы. Использование СП-1 (С-3) позволяет получить требуемый эффект, но вызывает в глиноземистых цементах снижение остаточной прочности после обжига [7].

Современные суперпластификаторы на поликарбоксилатной основе (РСЕ) представляют значительный интерес, в том числе и как замедлители схватывания. Адсорбируясь в первую очередь на алюминатах кальция, они позволяют регулировать сроки схватывания [8, 9]. В нашей работе влияние данных добавок на процессы гидратации исследовали методами дериватографии и рентгенофазовым анализом.

Наилучшие результаты были получены при использовании Melflux 1641F, Melflux 2641F (BASF Constraction Polymers, Германия). Начало схватывания вяжущего увеличилось до 45–50 мин. К 3 сут твердения на рентгенограммах наблюдаются сильные отражения инертных фаз и многочисленные слабые отражения продуктов гидратации, но уже в 7 сут появляются отражения C₃AH₆, что свидетельствует о быстром формировании кубических гидроалюминатов кальция. Тонкость помола вяжущего варьировалась в пределах 3500–4500 см²/г. Получено вяжущее с пределом прочности при сжатии 30–40 МПа (рис., табл. 2).

Огнеупорность вяжущего зависит от содержания шпинели в ППГ-50 и лежит в пределах 1480–1560 °С.



Влияние добавки Melflux 2641F и дисперсности вяжущего на прочность цементного камня (а) и по ГОСТ 969 (б), МПа

Таблица 2

Свойства модифицированных вяжущих на основе отходов обогащения ППГ-50

№ п/п	Вид материала		Удельная поверхность, см ² /г	Предел прочности при сжатии, МПа, не менее		Остаточная прочность после обжига при 800 °С, %
	Отходы обогащения ППГ-50	Отсевы помола ППГ-50		В возрасте 3 сут.	В возрасте 7 сут.	
1	100 %	–	3200	25	30	80
2	100 %	–	4200	35	40	80
3	75	25	4000	25	28	70
4	–	100	4700	35	40	65

Были выпущены опытные партии вяжущих на основе ППГ-50 на ООО «ЮжУралинструмент» (г. Челябинск).

В дальнейшем, на основе разработанных вяжущих были получены жаростойкие газобетоны бетоны на шамотном заполнителе. В качестве газообразователя применяли алюминиевую пудру ПАП-2, дополнительно вводили добавку NaOH для ускорения процесса вспучивания. Средняя плотность газобетона составила 800–1000 кг/м³, температура применения – до 1300 °С (табл. 3).

В дальнейшем, за счет использования шлакового (ППГ-75) и корундового заполнителя фракций 0–3 мм был получен газобетон с повышенным пределом прочности при сжатии – 4–5,5 МПа. Температура применения возросла до 1400 °С.

Таблица 3

Свойства ячеистого жаростойкого бетона
на разработанных вяжущих и шамотном заполнителе

№ п/п	Характеристика	Средняя плотность после сушки, кг/м ³		
		Цемент на основе шлака феррохромового		
		800	900	1000
1	Предел прочности при сжатии, 3 сут., после сушки, МПа	2,6	3,9	5,4
2	Остаточная прочность (после нагрева до 800 °С)	42	54	58
3	Термостойкость (воздушные тепло-смены, 800 °С)	9	11	11
4	Усадка после нагрева до температуры применения, %	1,4	1,1	1,0
5	Температура применения, °С	1200	1300	1300

Заключение. На основе шлака алюминотермической выплавки феррохрома получено глиноземистое вяжущее. Применение добавок на основе РСЕ обеспечило нормализацию сроков схватывания вяжущего. С использованием разработанного вяжущего получены ячеистые жаростойкие бетоны с температурой применения 1200–1300 °С.

Библиографический список

1. Тарасова, А.П. Применение высокоглиноземистого цемента из шлаков для получения жаростойкого газобетона / А.П. Тарасова, А.Л. Карпова // Жаростойкий бетон и железобетон на основе шлаков, вермикулита и их применение в тепловых агрегатах промышленности строительных материалов: тез. докл. – Челябинск: УралНИИСтромпроект, 1977. – С. 45–47.
2. Абызов, А.Н. Получение теплоизоляционных жаростойких фосфатных материалов методом самораспространяющегося синтеза / А.Н. Абызов // Жаростойкие материалы и бетоны. – Челябинск: УралНИИСтромпроект, 1978. – С. 50–53.
3. Абызов, А.Н. Теоретические и практические основы получения ячеистых жаростойких материалов на фосфатных связующих методом самораспространяющегося экзотермического синтеза / А.Н. Абызов // Огнеупоры и техническая керамика. – 2009. – № 4–5. – С. 71–73.
4. Абызов, А.Н. Жаростойкие бетоны с добавками отходов производства носителя катализатора дегидрирования углеводородов / А.Н. Абызов, В.А. Абызов, А.К. Абрамов // Строительные материалы. – 2007. – № 4. – С. 84–85.

5. Abyzov, A.N. Unroasted thermal insulating refractory materials based on high-alumina cement and phosphate binders / A.N. Abyzov, V.M. Rytvin, V.A. Abyzov, V.A. Perepelitsyn, V.G. Grigor'ev // Refractories and Industrial Ceramics. – 2011. – № 52 (4). – Pp. 303–306.

6. Абызов, А.Н. Вяжущее из шлака алюминотермической выплавки безуглеродистого феррохрома для жаростойких и огнеупорных бетонов / А.Н. Абызов, В.А. Перепелицын, В.М. Рывин, В.Г. Игнатенко // Огнеупоры и техническая керамика. – 2008. – № 3. – С. 50–52.

7 Абызов, В.А. Особенности гидратации высокоглиноземистого цемента из шлаков алюминотермического производства с добавками суперпластификаторов / В.А. Абызов // Огнеупоры и техническая керамика. – 2009. – № 4–5. – С. 80–84.

8. Хоммер, Х. Применение поликарбоксилатных эфиров в качестве дефлокулянтов в огнеупорных бетонах / Х. Хоммер, К. Вутц, Й. Зайерль // Огнеупоры и техническая керамика. – 2007. – № 12. – С. 43–47.

9. Абызов, В.А. Глиноземистое вяжущее на основе отходов переработки шлака алюминотермического производства безуглеродистого феррохрома / В.А. Абызов, Д.А. Речкалов, С.Н. Черногорлов // Огнеупоры и техническая керамика. – 2014. – № 7–8. – С. 55–57.

[К содержанию](#)