

зование шпинели энергетически более выгодно при использовании в качестве алюминий подводящего компонента $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ в сравнении с $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$.

Ускорению акта химического взаимодействия способствует наличие остаточных упругих деформаций (неролаксированных ранее на дислокациях несоответствия) кристаллических решеток, повышающих внутреннюю энергию частиц контактирующих фаз с понижением порога энергии активации. Рентгенографическими и петрографическими методами исследования синтезированной алюмомагнезиальной шпинели показано, что условия проведения «ускоренного синтеза» и синтеза в восстановительной среде до температур 1273 К, соответствуют кинетическому преобладанию процесса образования зародыша над процессом их роста.

Список литературы: 1. Горшков В.С. Вязущие, керамика и стеклокристаллические материалы. Структура и свойства: Справ. пособие / В.С. Горшков, В.Г. Саватеев, А.В. Абакумов. – М.: «Стройиздат», 1994. – 584 с. 2. Кашеев И.Д. Технология огнеупоров / И.Д. Кашеев, К.К. Стрелов, Д.С. Маммаев. – М.: «Интернет Инжиниринг», – 2007. – 702 с. 3. Стрелов К.К. Технология огнеупоров / К.К. Стрелов, П.С. Милошкин. – М.: «Металлургия», – 1978. – 376 с. 4. Балкович В.Л. Техническая керамика / В.Л. Балкович. – М.: «Стройиздат», 1984. – 256 с. 5. Кашеев И.Д. Оксидноуглеродистые огнеупоры / И.Д. Кашеев. – М.: «Интернет Инжиниринг», 2000. – 265 с. 6. Рабин В.А. Термодинамические свойства веществ / В.А. Рабин, М.А. Остроумов, Т.Ф. Ситт. – М.: Химия, 1977. – 392с. 7. Бабушкин В.И. Термодинамика силикатов / В.И. Бабушкин, Г.М. Малинец, Г.И. Мельников-Петровский. – М.: «Стройиздат», 1972. – 353 с. 8. Березной А.С. Многокомпонентные системы оксидов / А.С. Березной. – К.: «Наукова думка», 1970. – 544 с. 9. Гезулин Я.Е. Диффузия в твердых телах / Я.Е. Гезулин. – М.: «Наука», 1979. – 345 с. 10. Орлов Е.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию производства / Е.Ф. Орлов. – М.: «Высшая школа», 1972. – 656 с. 11. Бражчик Д.А. Феноменологическая модель релаксации структуры твердофазного зародышеобразования алюмомагнезиальной шпинели. Сб. тр. [Структурная релаксация в твердых телах]. (МНПК, Винница, 19 – 21 мая 2009 г.) / Д.А. Бражчик, Г.Д. Самченко. – Винница: ТОВ «Пластер», 2009. – С. 121 – 122. 12. Кротченко А.В. Химия твердого тела / А.В. Кротченко, И.А. Присика Ю.А. Третяков. – М.: «Академия» 2006. – 304 с. 13. Шольце Г. Металлофизика / Г. Шольце. – М.: «Мир», 1971. – 503 с. 14. Фридель Ж. Дислокации (кристаллов) / Ж. Фридель. – М.: «Мир», 1967. – 456 с.

Поступила в редакцию 17.05.2009.

УДК 666.762

И.С. ЧОНЕНКО,

О.Б. СКОРОДУМОВА, канд. техн. наук, НГУ «ХПИ», Украина

Ю.А. ГЛУХОДЕД, ООО «Михайловские огнеупоры», г. Сумы, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОПОШНЯНСКОЙ ГЛИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ШАМОТНОГО ПЕНОЛЕГКОВЕСА

Досліджено вплив мінералогічного складу глини на стійкість піномаси у виробництві шамотного ультралегкого ваги. Використання опошнянської глини підвищує пластичність шликера на основі каолінової глини та забезпечує одержання стійкої піномаси та якісного ультралегкого ваги після випалу.

The influence of clay mineralogical composition on the resistance of foamed mass at chamotte lightweight production has been studied. To use the Oposhyana clay allows increasing the plasticity of kaolinite clay slip casting and providing for the resistance of foamed mass as well as fired chamotte lightweight of high quality.

Шамотные ультралегковесные огнеупоры характеризуются низкой теплопроводностью, что делает их труднозаменяемыми во многих тепловых агрегатах. Однако высокая пористость, которая по существу предопределяет их наиболее ценные свойства, значительно снижает прочность изделий. Поэтому главной задачей по улучшению свойств высокопористых огнеупорных материалов является повышение их прочности и термической стойкости.

На свойства легковесных огнеупоров оказывают значительное влияние методы их производства. Наиболее широко для производства ультралегковесов используется пенометод, позволяющий получать огнеупоры с пористостью до 85 %. Свойства легковеса, полученного по пенометоду, определяются, прежде всего, технологией получения пеномассы, и в частности, физико-химическими свойствами используемой пены и степени ее устойчивости, а также реологическими характеристиками глинистого шликера.

Традиционно шамотный пенолегковес получают смешением глинистого шликера, содержащего тонкозернистый шамот с взбитой пеной и вспученным перлитом [1 – 3].

В обжиге высокую пористость шамотного кирпича обеспечивает низкий объемный вес пены и вспученного перлита.

Прочность кирпича связана, прежде всего, с реологическими характеристиками глины, а также с режимом сушки сырья.

На ООО «Михайловские огнеупоры» в качестве глинистого компонента в производстве шамотного пенолегковеса ШЛ-0,4 традиционно используются огнеупорные глины Новорайского месторождения марки ДН-2. В условиях рыночной экономики завод иногда вынужден использовать огнеупорные глины, характеризующиеся меньшей пластичностью, в частности, положскую (ПЛГ-2) или глины ВЕСКО-Техник-2.

Целью настоящих исследований являлось изучение возможности использования тугоплавкой опошлянской глины № 7 для частичной замены огнеупорной глины в производстве шамотного пенолегковеса.

Методы исследований. Глины опошлянского, положского и новорайского месторождения исследовали с помощью химического, рентгенофазового (рентгеновский дифрактометр ДРОН-3, $\text{CuK}\alpha$ -излучение) и петрографического (оптический микроскоп МИН-8) методов анализа.

Экспериментальная часть. Положская глина относится в группе каолиновых глин, содержит незначительное количество гидрослюда и поэтому характеризуется низким уровнем пластичности (табл. 1). Дружковская глина и глина ВЕСКО относятся к группе каолинито-гидрослюдистых глин. Пластичность дружковской глины достаточна, благодаря высокому содержанию минералов влитовой группы – гидрослюд различной степени выветривания.

Таблица 1
Минералогический состав используемых глин

Глина	Состав, масс. %				
	Каолининовая группа	Иллитовая группа	Монтмориллонит + бейделлит	Кварц	Прочие
ДН-2	40	35	-	20	5
ПЛГ-2	72-88	3-2	-	17-4	6-8
Техник-2	30	23	-	40	7
Опошлянская № 7	Сл.	6-10	50-55	30-35	10-4

В глине Техник-2 снижение количества непластичного каолинита компенсируется повышенным содержанием кварца.

При таком количестве непластичных компонентов гидрослюдистых ми-

нералов (23 %) явно недостаточно для сохранения пластичности глины.

Наиболее стабильные свойства шамотного легковеса достигаются при использовании в качестве глинистого компонента дружковской глины ДН-2 (табл. 2). Показатели свойства обожженного легковеса находятся в пределах, установленных ГОСТ на шамотный ультралегковес ШЛ-0,4.

При использовании каолиновой глины ПЛГ-2 шликер имеет хорошую текучесть при более высоком значении объемного веса (1,42 – 1,44 г/см³), что объясняется ее меньшей пластичностью по сравнению с глиной ДН-2. Однако, по этой же причине качество получаемой пономассы является нестабильным. При этом большое значение имеет дисперсность шамота, точность его дозирования и равномерность распределения в шликере.

Таблица 2
Физико-механические свойства опытно-экспериментальных партий шамотного пенолегковеса

№ земледел.	Состав		Объемный вес, г/см ³			Свойства после обжига		
	Глина	Вспенивающая композиция	Шликера	Поризованного шликера	пономассы	Кажущаяся плотность γ , г/см ³	Прочность при сжатии σ , МПа	
1	ДН-2	Заводской состав (ЗС)	1,41	0,66	0,59	0,45	0,8	
3			1,41	0,67	0,60	0,45	0,9	
4			1,405	0,67	0,59	0,45	1,0	
7			1,405	0,62	0,58	0,45	0,7	
8			1,405	0,60	0,59	0,46	0,9	
11			0,2СФ	1,40	0,67	0,53	0,40	0,7
12			0,75СФ	1,39	0,64	0,50	0,42	0,9
13				1,41	-	0,56	0,44	0,9
14				ЗС	1,42	-	0,66	0,55
15			ПЛГ-2	0,2СФ	1,40	0,60	0,55	0,47
17	1,42	0,585			0,56	0,47	1,2	
18	1,44	0,60			0,56	0,42	0,5	
20	Техник-2	ЗС	1,42	0,70	0,65	0,55	1,5	

Как видно из табл. 1, глина Техник-2 по сравнению с дружковской содержит вдвое большее количество кварца и меньшее – гидрослюдистых включений, что говорит о ее низкой пластичности.

Пеномасса на основе глины Техник-2 получалась неустойчивой и постепенно давала осадку как при транспортировке свежетоформованного кирпича к сушилам, так и непосредственно в процессе сушки. Пенолегковес из этой глины после обжига имел повышенную кажущуюся плотность ($0,55 \text{ г/см}^3$) по сравнению со значениями, указанными в ГОСТе ($0,40 - 0,44 \text{ г/см}^3$) и легко осыпался по граням, что свидетельствует о недостаточности высокой температуры обжига кирпича.

Повышать температуру в печи нерационально, так как при незначительных отклонениях в технологии (например, при колебаниях объемного веса вспученного перлита) это может привести к образованию большого количества расплава и, как следствие, к усадке и искривлению кирпича, т.е. к браку. Увеличение содержания вспученного перлита в пеномассе приводило к ее оседанию сразу после заливки в формы.

Увеличение количества вспенивающей композиции на основе фенолоформальдегидной смолы и абietата натрия также не обеспечивало устойчивости пеномассы и приводило к ее оседанию в сушке.

При использовании в качестве вспенивающей композиции сульфоло-содержащих составов пеномасса получалась крайне неустойчивой и коагулировала прямо в бункере-дозаторе на линии формовки. Учитывая полученные результаты, можно сделать вывод о преобладающем влиянии степени пластичности глины на устойчивость пеномассы.

Было предложено повышать пластичность глины Техник-2, добавляя в нее пластичную опошнянскую глину седьмого горизонта.

При проведении исследований в заводских условиях соблюдали все параметры утвержденного техпроцесса на производство шамотного ультралегковеса марки ШЛ-0,4.

В качестве глинистой составляющей использовали смеси глины Веско Техник-2 и опошнянскую № 7 в соотношении: 90 / 10, 70 / 30 и 50 / 50.

В качестве вспенивающей композиции использовали как традиционный состав, используемый в настоящее время на заводе (на основе фенолоформальдегидной смолы и абietата натрия), так и специально разработанный, на основе сульфоло.

Так как глины Техник-2 и опошнянская № 7 незначительно различаются по количеству кварца и аксессуарных минералов (табл. 1), изменение их соотношения в шликере от 90 / 10 до 70 / 30 сказывается только лишь на содержании минералов каолининовой и монтмориллонитовой группы, а суммарное

количество пластичных компонентов (монтмориллонит, бейделлит и гидрo-слюды) повышается от 26,6 % до 32,5 % (табл. 3).

Таблица 3

Расчетный минералогический состав экспериментальных глинистых смесей

Соотношение Техник/опошнянская глина	Состав, масс. %				
	Каолининовая группа	Иллитовая группа	Монтмориллонитовая группа	кварц	Аксессуарные минералы
90/10	27	21,5	5	39,5	7,3
70/30	21	18,5	15	38,5	7,9
50/50	15	13,5	27,5	37	8,5

Однако, такого повышения пластичности недостаточно: выпущенные опытно-экспериментальные партии легковеса на основе глинистой смеси с соотношением Техник-2 / опошнянская № 7 = 70 / 30 не отличаются повторяемостью свойств (табл. 4). При попытке снизить кажущуюся плотность кирпича, регулируя величину объемного веса пеномассы, прочность при сжатии также снижалась, на поверхности кирпичей появлялись трещины, наблюдалось осыпание кирпича по граням.

Таблица 4

Физико-механические свойства пеномассы и обожженного шамотного ультралегковеса на основе комбинированного глинистого шликера

№ змеса	Соотношение глины: Техник-2 / Опошнянская № 7	Объемный вес, г/см^3		Свойства пенолегковеса после обжига		Примечание
		Шликера	Пеномассы	Кажущаяся плотность γ , г/см^3	Прочность при сжатии σ , МПа	
1	90/10	1,41	0,59	0,45	1,0	Кирпич осыпается
2	70/30	1,43	0,73	0,57	2,0	плотная структура, трещин нет
3	70/30	1,43	0,63	0,48	1,4	Поверхностные трещины
4	70/30	1,43	0,64	0,44	0,9	Кирпич осыпается
5	50/50	1,40	0,61	0,46	1,1	трещин нет
6	50/50	1,40	0,58	0,45	1,0	трещин нет

При увеличении содержания опошляющей глины до 50 % снижается количество минералов каолиновой группы (на 6 %), увеличивается содержание минералов иллитовой (на 9,5 %) и монтмориллонитовой (на 12,5 %) групп. В этом случае суммарное количество пластичных компонентов возрастает на 9,5 % по сравнению со смесью глин 70 / 30 и составляет 43 %. Увеличение содержания опошляющей глины до 50 % обеспечивает стабильное получение стандартных значений кажущейся плотности и прочности при сжатии (табл. 4). Снижение значения объемного веса пеномассы с $0,61 \text{ г/см}^3$ до значения, указанного в техпроцессе на производство шамотного пенолегковеса ($0,58 \text{ г/см}^3$), при нормальном объемном весе шликера позволяет стабильно получать кажущуюся плотность кирпича после обжига не выше $0,45 \text{ г/см}^3$ при стандартной прочности при сжатии.

Выводы.

В результате проведенных исследований установлено, что увеличение содержания пластичной опошляющей глины в шликере на основе малопластичной каолиновой обеспечивает улучшение физико-механических характеристик обожженного шамотного пенолегковеса.

На оптимальном соотношении Техник-2/опошляющая № 7 на участке механической формовки пенолегковеса ОАО «Михайловские огнеупоры» была выпущена опытная партия ультралегковеса ШЛ-0,4 и исследованы его физико-механические характеристики после обжига.

Результаты исследований показали стабильную повторяемость свойств в рамках ГОСТ, а разработанный состав глинистого шликера принят к внедрению.

Список литературы: 1. Гузман И.Я. Высокоогнеупорная пористая керамика / И.Я. Гузман — М: Металлургия, 1971 — 208с. 2. Foam ceramics process development // Ceram. Ind. Int. — 1996. — 106 — № 1113. — P. 2. 3. Черепанов В.С. Физико-химические процессы в технологии пенокерамика / В.С. Черепанов // Техника и технология силикатов. — 1984. — Т. 1. — № 2. — С. 37 — 39.

Получена в редакцию 25.06.09

В.П. НАДУТЫЙ, докт. техн. наук, **В.И. ЛУЦЕНКО**, канд. техн. наук,
В.И. ЕЛИСЕЕВ, канд. физ.-мат. наук,
И.П. ХМЕЛЕНКО, аспирант, ИГТМ НАН Украины

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ НА ГРОХОТЕ С ПОДСТИЛАЮЩЕЙ СЕТКОЙ

Ритиважно моделювання порових каналів у процесі висушування порової маси на робочому елементі віброгрохота.

The pore channels modeling in process of rock exsiccation mass on an operating element of a screen is considered.

Процесс классификации по крупности влажной горной массы и пульпы на грохотах неразрывно связан с обезвоживанием. При тонком грохочении через сетки с малым размером отверстий возникает целый ряд особенностей, изучение которых позволяет предусмотреть их влияние на параметры процесса обезвоживания. Одним из малоизученных факторов является влияние порообразования в слое влажного материала на истечение жидкости, которое усложняется наличием мелкоячеистой сетки на выходе жидкости из порового канала.

Целью исследований в работе являлось определение сопротивления сеток под слоем сыпучего влажного материала и их влияния на обезвоживание.

В качестве начального приближения моделирование порового пространства рудной массы возможно с помощью цилиндрического капилляра. Учитывая, что сыпучая среда находится на мелкоячеистой сетке, необходимо рассмотреть влияние этой сетки на опускание поверхности жидкости, заполняющей поровое пространство в рудной массе. Для этого экспериментально исследовалось движение жидкости в капиллярных трубках, на конце которых закреплялись образцы сеток, используемых в грохотах.

Проводились два различных вида экспериментов. Первый состоял в определении влияния гидравлических сопротивлений капилляра и сетки, установленной на его нижнем срезе, на гидродинамику жидкости при поддержании постоянного уровня давления на входе в трубку, а второй в определение