

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эванс А. Г., Энгелсон Т. Г. Конструкционная керамика: Пер. с англ. — М.: Металлургия, 1980. — 256 с.
2. Бакунов В. С. Особенности высокотемпературной ползучести керамики // Огнеупоры и техническая керамика. — 1997. — № 12. — С. 2–6.
3. Бакунов В. С., Беляков А. В. К вопросу об анализе структуры керамики // Неорганические материалы. — 1995. — Т. 32. — № 2. — С. 243–248.
4. Пуарье Ж.-П. Ползучесть кристаллов: Пер. с англ. — М.: Мир, 1988. — 287 с.
5. Гелузин Я. Е. Физика спекания. — М.: Наука, 1967. — 360 с.
6. Лифшиц И. М. К теории диффузионно-вязкого течения поликристаллических тел // ЖЭТФ. — 1963. — Т. 44. — № 4. — С. 1349–1367.
7. Лидьярд А. Ионная проводимость кристаллов: Пер. с англ. — М.: ИЛ, 1962. — 222 с.
8. Чеботин В. Н. Физическая химия твердого тела. — М.: Химия, 1982. — 320 с.
9. Ковтуненко П. В. Физическая химия твердого тела. Кристаллы с дефектами. — М.: Высш. шк., 1993. — 352 с.
10. Установка для исследования термомеханических свойств огнеупорных материалов при изгибе в четырех точках / В. С. Бакунов, Е. А. Воцакин, К. И. Рябцев и др. // Огнеупоры. — 1975. — № 2. — С. 39–43.
11. Бакунов В. С. Высокотемпературная ползучесть огнеупорной керамики. Плотноспеченные однофазные материалы // Огнеупоры. — 1994. — № 8. — С. 5–12.
12. Бакунов В. С. Высокотемпературная ползучесть огнеупорной керамики. Плотноспеченные многофазные материалы // Огнеупоры. — 1994. — № 9. — С. 2–8.
13. Дорн Д., Моут Д. Физические основы ползучести // Новые материалы и методы исследования металлов и сплавов: Пер. с англ. — М.: Металлургия, 1966. — С. 248–328.
14. Керамика из высокотемпературных окислов / В. С. Бакунов, В. Л. Балкевич, А. С. Власов и др. — М.: Металлургия, 1977. — 304 с.
15. The System MgO–MgAl₂O₃ / A. M. Alper, R. N. Mac-Nally, P. H. Pibbe, R. C. Doman // J. Amer. Ceram. Soc. — 1962. — V. 45. — № 6. — P. 263–268.
16. Кофстад П. Отклонение от стехиометрии, диффузия и электропроводность в простых окислах металлов: Пер. с англ. — М.: Мир, 1975. — 396 с.

УДК 666.77:666.32:666.3.022.61

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА ЩЕЛОЧЕСТОЙКОСТЬ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

И. В. Пищ, Н. А. Кирдяшкина

Белорусский государственный технологический университет

Свойства керамических материалов, в частности щелочестойкость, можно регулировать путем введения в составы масс добавок, содержащих RO и R₂O. Совместное введение таких добавок способствует повышению термостойкости и механической прочности, а также интенсифицирует процесс спекания*.

Устойчивость керамических материалов к агрессивным средам, в том числе к щелочам, определяется их фазовым составом и микроструктурой. При взаимодействии материала и щелочи растворимость оксидов, входящих в структуру кристаллической и стекловидной фаз, уменьшается в следующей последовательности: SiO₂ → Al₂O₃ → MgO → CaO → Fe₂O₃. Установлено, что растворение кварца происходит вследствие разрушения кристаллической решетки SiO₂, перераспределения химических связей и диффузии ионов кремния и кислорода. Кроме того, щелочестойкость в значительной степени зависит от теплоты образования оксидов, входящих в состав керамического материала.

Проведенные в последние годы исследования относились преимущественно к разработке составов кислотостойких керамических материалов. Однако в

настоящее время существует потребность и в щелочестойких материалах, применяемых в различных отраслях промышленности.

В данной работе для исследования была использована тугоплавкая глина, месторождение которой находится на территории Республики Беларусь. Особенности химического состава глины — небольшое содержание RO (3%) и R₂O (3%). Однако благодаря присутствию тонкодисперсного оксида железа (до 7%) при температуре термообработки 1050–1100°C наблюдается достижение высокой степени спекания. В этом случае оксид железа играет роль плавня, входя в кристаллическую структуру каолинит-монтмориллонитовых слоев глины.

По технологическим свойствам данная тугоплавкая глина представляет собой умеренно-пластичную и чувствительна к сушке. При общем содержании (Al₂O₃ + TiO₂) 16–19% она относится к полукислой тугоплавкой глине.

Для того чтобы уменьшить усадку и повысить устойчивость обожженного материала к воздействию химических реагентов, в частности к 20%-ному NaOH, в состав массы вводили огнеупорный лом (бой шамотных изделий). На свойства обожженного материала оказывает влияние также гранулометрический состав

* Пяков В. Ф. Физико-химические основы обжига изделий строительной керамики. — М.: Стройиздат, 1977. — 342 с.

Состав	Содержание фракций, %, размером, мм							
	> 3	3	1	1	0,5	0,5	0,08	< 0,08
1	10	40	—	—	—	50	—	—
2	—	25	—	25	*	25	—	25
3	—	—	—	25	—	25	—	50
4	—	—	—	—	—	25	—	75

шамота. В таблице приведено содержание отдельных фракций шамота, вводимых в состав керамических масс.

Образцы изготавливали методом пластического формования. Отформованные образцы высушивали и обжигали при температуре, превышающей 900°C.

Проведенные исследования показали, что при повышении температуры термообработки общая усадка образцов всех составов увеличивается до 10% (состав 3). Минимальная усадка (6,8%) наблюдается у образца состава 1, содержащего наиболее крупную фракцию. Введение в массы более мелких фракций позволяет снизить водопоглощение образцов (до 10%). Щелочестойкость всех образцов изменяется незначительно (68 – 70%).

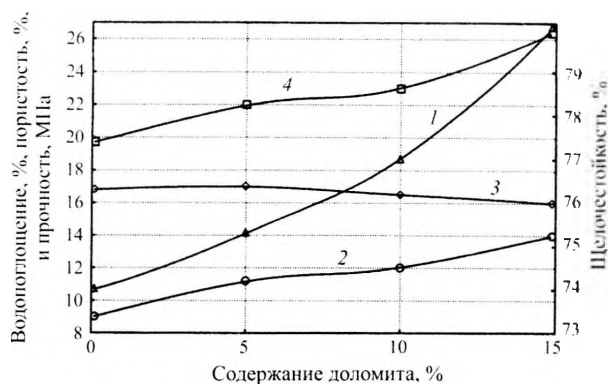
Фазовый состав образцов представлен стекловидной и кристаллической фазами, а также α -кварцем, муллитом и анортитом.

Введение в исходную керамическую массу огнеупорного лома не оказало существенного влияния на щелочестойкость. Для улучшения физико-механических свойств в керамические массы добавляли гранитные отсеvy, которые являются побочной фракцией ситового обогащения, и доломит. Данные добавки содержат значительное количество RO и R_2O , что даст возможность интенсифицировать процесс спекания образцов.

Известно*, что спекание, механическая прочность, химическая стойкость и другие свойства зависят от химического состава исходных компонентов. Образующаяся в результате термообработки стекловидная фаза не только ускоряет процесс спекания, но и влияет на щелочестойкость синтезируемого материала. Введение указанных добавок изменило соотношения RO/R_2O и $RO/(\Sigma R_2O + RO + Fe_2O_3)$. При введении в состав массы (сверх 100%) гранитных отсеv соотношение RO/R_2O изменяется от 1,0 до 1,3.

Благодаря увеличению количества стекловидной фазы, представленной, судя по химическому составу, железощелочесиликатным расплавом, улучшаются как щелочестойкость, так и другие свойства.

Фазовый состав образцов представлен теми же кристаллическими фазами, что и у образцов исходного состава. Однако величина пиков α -кварца, наблюдаемых на рентгенограммах образца состава 3, значитель-



Зависимость физико-химических свойств от количества доломита в составе керамической массы

1 — водопоглощение; 2 — пористость; 3 — прочность; 4 — щелочестойкость

но меньше, чем у образца исходного состава, что свидетельствует о частичном переходе α -кварца в расплав. Положительное влияние на щелочестойкость образцов оказывает и доломит. Однако при введении в массу доломита в обожженном материале пористость и водопоглощение возрастают, а механическая прочность снижается.

Изменение физико-технических свойств при введении в состав масс доломита отражено на рисунке. Как видно, при увеличении количества доломита повышаются водопоглощение и пористость. Щелочестойкость изменяется незначительно (на 3 – 4%) по сравнению с исходным составом, а механическая прочность снижается.

Исследование фазового состава образцов показало, что основной кристаллической фазой является α -кварц, но присутствуют следы муллита и анортита. Следует отметить, что при введении в состав массы доломита величина пиков, принадлежащих α -кварцу, несколько сокращается. Очевидно, часть кварца переходит в расплав. Аналогичная ситуация наблюдается и с анортитом. Согласно данным рентгенофазового анализа, в исходном составе количество данной фазы значительно выше, чем в составах, содержащих доломит.

Из двух исследованных добавок — гранитных отсеv и доломита — для синтеза щелочестойких керамических материалов лучше применять гранитные отсеvy. При использовании данной добавки в составе керамических масс наблюдается увеличение суммарного количества плавней ($\Sigma R_2O + RO + Fe_2O_3$) до 15%, а соотношение RO/R_2O , являющееся одним из критериев спекания, снижается до 1,1 – 1,3.

Благодаря введению в состав керамической массы гранитных отсеv и формированию щелочесиликатного расплава улучшаются основные физико-технические свойства, а также щелочестойкость синтезированных образцов.