

Суммарная относительная погрешность методик выполнения измерений массовой доли ионола не превышает  $\pm 10\%$ . ИК-спектроскопическая и газохроматографическая методики позволяют определять содержание ионола как в новом масле, так и в масле, содержащем продукты окисления.

Таблица 1

*Результаты определения ионола в масле ИК-спектрометрическим и газохроматографическим методами.*

Сорг масла	Массовая доля ионола в масле, % метод ИК-спектроскопии	Массовая доля ионола в масле, % метод газовой хроматографии
Масло трансформаторное ТКп	0,30	0,32
Масло компрессорное	0,69	0,70
Масло турбинное ТП-22С	0,37	0,39
Масло индустриальное	0,21	0,23

**Н.А. Кирдяшкина, И.В. Пищ**

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ НА ХИМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Химически стойкая керамика должна противостоять действию агрессивных реагентов: кислотам, щелочам, растворам солей.

Химическая устойчивость керамических материалов зависит от фазового состава, прочности внутренних структурных связей материала, теплот образования, входящих в состав керамики оксидов. Наибольшая теплота образования (1680 Дж/моль) и прочность связи наблюдается у  $Al_2O_3$ . Поэтому керамика, содержащая максимальное количество  $Al_2O_3$ , наиболее устойчива к воздействию агрессивных сред. Практически в состав химически стойкой керамики вводятся глины, каолины, флюсующие и отошающие добавки: бой шамота, стеклобой, гранитные отсевы, гальванические шлаки и другие компоненты.

Объектом исследования были выбраны глины: тугоплавкая месторождения «Городок» и легкоплавкая месторождения «Лукомль» (Республика Беларусь).

По своим свойствам глины относятся к классу полуокислых. Они содержат повышенное количество оксидов железа, свободного кварца, кальцита, полевого шпата и других примесей. По технологическим свойствам характеризуются как умереннопластичные и среднепластичные. В месторождении тугоплавкой глины «Городок» различают три слоя. Первый слой сильно запесочен (содержание свободного кварца до 70%). Второй и третий слой содержат меньшее количество свободного кварца, но зато более высокое содержание  $Al_2O_3$ .

По своему минералогическому составу 2-й и 3-й слой представлен каолинитом, иллитом, кварцем, монтмориллонитом.

Таблица 1

Химический состав глин, масс. %

Месторождения глины	Количество оксидов, масс. %								
	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$TiO_2$	CaO	MgO	$K_2O$	$Na_2O$	п.п.п.
Городок (2-ой слой)	66,20	16,59	6,33	1,09	1,30	0,70	1,00	0,30	6,98
Городок (3-й слой)	64,54	19,24	6,18	1,06	0,55	0,30	0,40	0,18	7,79
Лукомль	55,7	15,8	6,58	1,07	7,1	3,2	3,5	1,7	8,9

Особенностью химического состава тугоплавкой глины «Городок» (табл. 1) является небольшое содержание щелочных оксидов, что однако компенсируется при спекании большим количеством тонкодисперсного оксида железа, который выступает в роли плавя, что обеспечивает при температуре 1050-1100°C высокую степень спекания.

Глина «Лукомль» является полиминеральной и по минералогическому составу относится к каолинито-гидрослюдистой, монтмориллонитовой глине. Она обладает высокой пластичностью и средней спекаемостью.

Для исследования были изготовлены пластическим способом образцы из глины месторождения «Городок» (2-ой слой), которая отличается большим постоянством состава, шамота с этой же глины и добавок легкоплавкой глины, стеклобоя, талька и нефелин-сиенита, боя огнеупорных изделий, а также гальванические шлаки.

С целью снижения водопоглощения, уменьшения пористости, увеличения механической прочности, термостойкости и других свойств в составе исходной массы тугоплавкую глину постепенно заменяли на легкоплавкую, учитывая, что сочетание двух глин расширяет интервал спекания.

При введении в состав массы легкоплавкой глины взамен тугоплавкой возрастает количество оксидов RO и  $R_2O$ . Известно [1], что в зависимости от соотношения в массе оксидов  $RO/R_2O$  и  $SiO_2/R_2O$  изменяется количество стекловидной фазы, которая оказывает решающее влияние на спекание образцов. Исходя из химического состава массы, рассчитывалось количество щелочных и щелочноземельных оксидов и их отношение в массе.

Так при увеличении содержания легкоплавкой глины в составе массы взамен тугоплавкой глины до 20% соотношение  $RO/R_2O$  изменилось от 1,4 до

1,18. При минимальном соотношении наблюдается снижение водопоглощения опытных образцов до  $8 \pm 0,5\%$  (температура обжига составляет  $1050^\circ\text{C}$ ), однако при повышении температуры термообработки до  $1100^\circ\text{C}$  и выдержки до 1 часа отмечается увеличение водопоглощения, появление большого количества пор, легкого вспучивания и небольшой деформации. Увеличение количества  $\text{R}_2\text{O}$  в исходном составе массы приводит к улучшению спекаемости и частичному переходу свободного  $\text{SiO}_2$  за счет его растворения.

В зависимости от химического состава исходной массы изменялось спекание образцов. Наиболее полное спекание образцов, содержащих более  $3-15\%$  гальванического шлама наблюдается при температуре обжига до  $1000^\circ\text{C}$ . Для улучшения физико-технических свойств грубозернистых кислотопоров: повышения механической прочности, термо- и кислотостойкости в состав массы, содержащей тугоплавкую и легкоплавкие глины и шпат, вводили тальк, стеклобой, нефелин-сиенит в количестве до 20 мас. %, также гальванический шлак в количестве не более 15%.

Важнейшими показателями кислотоупорных материалов является механическая прочность, химическая устойчивость. Проведенные испытания образцов на сжатие показали, что при введении флюсующих добавок увеличивается механическая прочность, что свидетельствует о более плотной и совершенной структуре образцов. Оценкой критерия прочности может быть отношение  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ . Чем меньше данное соотношение в массах, тем выше прочность. В результате проведения исследований установлено, что наибольшая механическая прочность 46,8 МПа достигается при соотношении  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , равно 3,37. По мере уменьшения этого соотношения механическая прочность снижается.

В результате проведения исследований установлено следующее:

1. При использовании в качестве отощающей добавки в керамической массе боя огнеупорных изделий при определении гранулометрического состава, спекшиеся изделия обладают высокой механической прочностью и химической устойчивостью (98% по отношению к концентрированной серной кислоте).

2. Добавка гальванического шлама в керамическую массу в количестве  $5-15$  мас. % оказывает положительное влияние на процесс спекания, прочность, повышает термостойкость. Установлено оптимальное количество добавки, изучен процесс твердофазового спекания, а также физико-технические свойства керамических материалов. Установлено, что химическая стойкость материала зависит в первую очередь от состава и количества стекловидной фазы. В основном шлак, введенный в состав массы, при высоких температурах переходит в стеклофазу. Наличие в составе шлаков оксидов  $\text{RO}$ ,  $\text{R}_2\text{O}$  позволяет повышать щелочестойкость керамических материалов.

На основании проведенных исследований можно рекомендовать вводить в состав керамических масс химически стойкой керамики отходы промышленного производства и тем самым решать вопросы ресурсосбережения и экологии.

В качестве сырьевых материалов использовались белорусские тугоплавкие глины и каолины взамен импортируемых из стран СНГ. Температуры об-

жиги химически стойких изделий на их основе ниже на 100-150°C по сравнению с существующими аналогами, что позволит также решить вопрос об уменьшении расхода условного топлива.

#### *Список литературы*

1. Павлов В.Ф., Мещерякова И.В., Грум-Гржимайло О.С. Формирование жидкой фазы при обжиге фарфоровых кислотоупоров из масс с добавкой оксидов железа, Сб. НИИстройкерамики.—М., 1981.—С.109-115.

УДК 666.297

**И.М. Терещенко, Г.Н. Пунько, Г.И. Солоха**

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АНГОБИРОВАНИЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПЛИТОК**

Ангобирование облицовочной керамики скоростного обжига в последнее время широко используется за рубежом [1, 2]. Основная цель, которая преследуется при нанесении ангоба, состоит в повышении долговечности изделий. В условиях скоростного обжига, при кратковременном воздействии на изделия высоких температур (на 8-12 мин) образование промежуточного слоя между керамикой и стеклом не происходит. В результате на границе керамика-глазурное покрытие, несмотря на принимаемые технологические меры, неизбежно возникают напряжения в силу различной химической природы контактирующих материалов.

В ходе эксплуатации изделий под влиянием внешних условий внутренние напряжения способны возрасти и в конечном итоге приводить к потере эксплуатационных характеристик и сокращению срока службы.

Нанесение на поверхность изделия ангоба — керамической массы, обладающей промежуточными свойствами между стеклом и керамикой, призвано ликвидировать скачок свойств на границе стекло-керамика, снизить уровень напряжений и повысить срок службы керамических плиток до 12-15 лет.

Следует заметить, что использование беложгущихся ангобов позволяет надежно маскировать цвет керамического черепка, в результате чего устраняется ряд характерных дефектов глазурованных изделий, например, «просвечиваемость края». Кроме того, наличие ангоба на поверхности черепка позволяет существенно сократить расход дорогостоящей глазури (на 40-45%). Отсюда, кстати, вытекает один из принципов проектирования составов ангобов: максимальное использование недефицитного природного сырья.

Анализ накопленного производственного опыта показывает, однако, что технология ангобирования облицовочных плиток имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать:

- малая толщина отформованных изделий вызывает опасность их размокания при нанесении суспензии ангоба, кроме того требуется их под-