

Висновки.

Встановлено, що при гідротермальній обробці водних розчинів оксихлориду цирконію максимальна концентрація тетрагональної фази діоксиду цирконію та ступінь вилучення діоксиду цирконію, спостерігається для зразка з вмістом домішок ітрію (III) та адипінової кислоти, при температурі гідротермального синтезу 300 °С, впродовж двох годин і температурі прожарювання продуктів синтезу при 600 °С протягом години.

Список літератури: 1. Пул Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс; [пер. с англ.]. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с. 2. Хлопицький О.О. Одержання цирконійвмісних сполук з циркону Малишевського родовища: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.01 / О.О. Хлопицький. – Дніпропетровськ, 2010. – 135 с. 3. Коленько Ю.В. Синтез гидротермальным методом нанокристаллических порошков различных кристаллических модификаций ZrO₂ и TiO₂ / Ю.В. Коленько, А.А. Бурухин, Б.Р. Чурагулов // Журнал неорганической химии. – 2002. – Т. 47, № 11. – С. 1755 – 1762. 4. Литвин Б.Н. Гидротермальный синтез неорганических соединений / Б.Н. Литвин, Б.Н. Пополитов. – М.: Наука, 1984. – 252 с.

Надійшла до редколегії 18.10.11

УДК 666.61; 666.3.015.4; 666.364

О.Ю. ФЕДОРЕНКО, канд. техн. наук, проф., НТУ«ХПИ»

СПЕКАНИЕ, ФАЗООБРАЗОВАНИЕ И СВОЙСТВА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТОНКОКАМЕННОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПЛАВНЕЙ ГРУЗЛИВЕЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В статті надані результати вивчення різних типів кварц-польовошпатової сировини Грузливецького родовища. На основі аналізу отриманих даних про морфологічні особливості, склад та технологічні властивості порід зроблені висновки щодо можливості їх комплексного використання в тонкокерамічному виробництві при виготовленні керамічних матеріалів з максимальним ступенем спікання. Створено принципи реалізації енергоефективних технологій господарчо-побутового, санітарно-технічного та хімічно стійкого фарфору.

В статье представлены результаты исследования разных типов кварц-полевошпатового сырья Грузливецкого месторождения. На основе анализа полученных данных о морфологических особенностях, составе и технологических свойствах этих пород сделаны выводы о возможности их комплексного использования в тонкокерамическом производстве при изготовлении керамических

материалов с максимальной степенью спекания. Созданы принципы реализации энергоэффективных технологий хозяйственно-бытового, санитарно-технического и химически стойкого фарфора.

In the article the research results of different quartz-feldspar raw materials of the Gruzlivets deposit are presented. The conclusions about these breeds complex use possibility at thinly ceramic production including ceramic materials making with the maximal sintering degree, based on got data analysis about their morphological features, composition and technological properties are done. The realization principles of domestic, sanitary and chemically steady porcelain energy-effective technologies are created.

Состояние проблемы. На сегодня в Украине существует дефицит полевошпатового сырья, которое традиционно используется в качестве флюсующего компонента масс при производстве плотноспеченных керамических материалов. В настоящее время кварц-полевошпатовые материалы импортируются, в основном, из России, Турции и Индии. Поскольку цены на полевошпатовую продукцию при незначительных колебаниях по годам имеют тенденцию к увеличению и зависят от качества продукции, основными направлениями развития сырьевой отечественной базы являются поиск и освоение новых отечественных месторождений кварц-полевошпатового сырья, а также разработка и внедрение эффективных методов его обогащения.

Геологическими службами в пределах Украинского кристаллического щита установлено существование крупных полей с дифференцированными пегматитами, метасоматитами и лейкократовыми щелочными гранитами [1]. Перспективным геолого-промышленным объектом, который может стать существенным источником полевошпатового сырья, являются щелочные каолины, песчаная составляющая которых представлена преимущественно микроклином [2].

В то же время особенностью отечественного кварц-полевошпатового сырья (КПШС) является загрязненность пород железосодержащими соединениями. В последнее время на отечественных предприятиях по добыче КПШС все активнее внедряются современные технологии обогащения с целью удаления из фельдшпатоидных пород темноцветных минералов.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что основным препятствием для широкомасштабного использования отечественных запасов флюсующего сырья является неизученность их технологических свойств и условий использования. Поэтому изучение химико-минерального состава, морфологических особенностей и технологических свойств кварц-полевошпатовых пород отечественных месторождений является важной задачей, решение которой определяет перспективы развития сырьевой базы КПШМ в Украине.

Целью работы являлось изучение состава и свойств кварцполевошпатовых материалов Грузливецкого месторождения с целью установления перспективных областей их применения в производстве керамических материалов разного функционального назначения, а также выбор сырьевых композиций для получения плотноспеченных материалов при температуре до 1200 °С.

Поставленная задача достигается путем прогнозирования флюсующей способности природных плавней разного вида и выбора составов керамических масс на основе исследования систем фазообразующих оксидов композиций с учетом фазового состава и условий термообработки различных тонкокерамических материалов, отличающихся максимальной степенью спекания.

Характеристика месторождения. Грузливецкое месторождение кварцполевошпатового сырья расположено в Красноармейском районе Житомирской области в 0,5 км к югу от с. Грузливец. Географические координаты месторождения: 50°23'16"СШ и 28°05'30" ВД. Грузливецкое месторождение пегматитов было детально разведано в 1999 г. Вмещающими породами пегматитов являются, гнейсы тетеровской серии, которые имеют следы инъекционных пегматитов, аплитовых прожилок и перекрыты песчаноглинистыми породами мощностью 1 ÷ 2 м. На площади 2,5 га установлены три жилы недифференцированных плагиоклаз-микроклиновых пегматитов пегматоидальной, графической и гранитной структур, мощностью 1,5 ÷ 6,0 м и протяженностью 80 ÷ 380 м. В западной части месторождения распространены среднезернистые и реже крупнозернистые разновидности розовых и светло-серых пегматитов, в восточной части – преобладает серый аплитоподобный пегматит. Утвержденные промышленные запасы пегматита по категориям В + С₁ составляют 99,8 тыс. т; суммарные перспективные ресурсы по категориями Р₁ и Р₂ – 1305 тыс. т; прогнозные ресурсы категории Р₃ на площади 20 км² вблизи с. Грузливец – 3 ÷ 5 млн. т [3]. В настоящее время данное месторождение пегматитов разрабатывается Довбышевским фарфоровым заводом. Выход товарной продукции составляет 85,5 %.

Микроскопический анализ показал, что пегматиты, сложенные полевым шпатом и кварцем, весьма однородны, имеют светлобежевый цвет. Полевые шпаты представлены главным образом калиевыми разновидностями: микроклином, микроклинпертитом и ортоклазом. Плагиоклаз присутствует в незначительном количестве. Второстепенные минералы (биотит, мусковит,

гранат и др.) встречаются редко и только на контактах с гнейсами. Минеральный состав пегматитов: микроклин – 33 ÷ 37 %, альбит – 35 ÷ 41 %, свободный кварц – 19 ÷ 22 %, биотит до 1 %, мусковит – менее 1 %. В геологическом строении Грузливецкого месторождения принимают участие еще 10 рудопроявлений пегматита, которые классифицированы как метаморфизированные (выветрелые). По сравнению с интрузивной породой такой пегматит отличается более светлой окраской и присутствием мелких частиц каолинизированной породы (продукта разрушения пегматита).

Кроме основных пегматитовых жил при геологоразведке также установлены кристаллические породы, представленные гранитами, мигматитами, гнейсами, а также щелочных каолинов четвертичные отложения в виде песков и суглинков [3].

Граниты грузливецкие – преимущественно среднезернистые массивные породы розовато-серого цвета с мелкими серыми включениями. Структура гипидиоморфнозернистая, иногда с элементами гранофировых сростков микроклина с кварцем, на отдельных участках преобладают пегматоидная и аплитопегматоидная микроструктуры. Породообразующими минералами являются плагиоклаз – 42 ÷ 50 %, микроклин – 20 ÷ 25 %, кварц – 21 ÷ 29 %, биотит – 2 ÷ 3 %, мусковит – 1 %.

Грузливецкие мигматиты – породы мелко- и среднезернистой текстуры, имеют полнокристаллическую структуру, характеризуются темно-серым цветом и стекляннм блеском.

Основными породообразующими минералами являются микроклин – 30 ÷ 70 %, кварц – 20 ÷ 35 %, плагиоклаз – 20 ÷ 40 %, мусковит – 5 ÷ 10 %, биотит – 1 ÷ 3 %. Метаморфизованный мигматит отличается более рыхлой текстурой и светло-серой окраской благодаря наличию на поверхности и в промежутках между кристаллами мелкокристаллического продукта метаморфизации.

Грузливецкий щелочной каолин является продуктом разрушения материнских пород (пегматитов и гранитов), имеет рыхлую текстуру, значительно меньшую твердость и окрашен в белый цвет.

Состав каолина-сырца (масс. %): ортоклаз – 35 ÷ 41; альбит – 2,5 ÷ 5, каолинит – 30 ÷ 35, кварц – 17 ÷ 22, биотит – 1 ÷ 3.

В табл. 1 приведен средний по комплексу химический состав разных видов кварц-полевошпатовых пород Грузливецкого месторождения.

Таблица 1

Химический состав кварц-полевошпатового сырья Грузливецкого месторождения

Материалы	Содержание компонентов, масс. %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	в.п.п.
Пегматит	71,96	16,88	0,40	–	0,36	–	4,17	5,58	0,64
Гранит	73,60	16,00	0,49	–	0,45	–	3,75	4,40	0,81
Мигматит	66,40	17,20	4,82	–	1,61	1,23	3,55	2,75	1,36
Метаморфизированный пегматит	72,81	16,40	0,20	–	1,07	–	2,8	5,60	0,65
Метаморфизированный мигматит	64,70	21,20	1,50	–	1,52	1,13	3,35	2,10	3,48
Щелочной каолин	64,20	21,70	0,98	–	0,09	–	0,3	7,1	5,00

Анализ табл. свидетельствует о том, что содержание основных породообразующих оксидов (Na₂O, K₂O, Al₂O₃, SiO₂) изменяется в достаточно широких пределах. Так, содержание щелочных оксидов для пегматита достигает 9,75 масс. %, тогда как для метаморфизированного мигматита составляет лишь 5,45 масс. %.

Суммарное содержание Fe₂O₃ в составе фемических минералов изменяется от 0,20 масс. % для метаморфизированного пегматита до 4,87 масс. % для мигматита. Породы, затронутые процессами метаморфизации (метаморфизированные мигматит и пегматит) содержат CaO в количестве до 1,63 масс. %, что свидетельствует о присутствии в этих материалах кальциевого полевого шпата (анортита) возможно в составе пертитов плагиоклаза.

Данные табл. 2 позволяют провести сравнительный анализ классификационных признаков исследуемого кварц-полевошпатового сырья в соответствии с требованиями стандартов на полевошпатовые материалы для тонкокерамических производств.

Анализируя химический состав пород, следует отметить, что ни один из материалов не удовлетворяет требования действующих стандартов к качеству кварц-полевошпатового сырья для производства фарфора (ГОСТ 7030-75) [4].

Анализ представленных данных свидетельствует о том, что поставленным условиям отвечает лишь метаморфизированный пегматит.

В то же время в случае использования заглушенных глазурей в производстве бытового фарфора в составе фарфоровых масс могут быть использованы пегматиты и граниты, содержащие 0,4 ÷ 0,5 масс. % Fe₂O₃.

Классификационные признаки кварц-полевошпатового сырья

Материалы	K ₂ O +Na ₂ O, масс. %	K ₂ O/Na ₂ O	CaO +MgO, масс. %	Fe ₂ O ₃ , масс. %	Свободный кварц, %
ГОСТ 7030-75	≥ 8	≥ 2	≤ 2	≤ 0,20	≤ 30
Пегматит	9,7	1,34	0,36	0,40	21,71
Гранит	8,20	1,17	0,45	0,49	29,17
Мигматит	7,37	0,77	2,87	4,87	25,67
Метаморфизированный пегматит	8,44	2,00	1,08	0,20	28,5
Метаморфизированный мигматит	5,5	0,63	2,68	1,62	21,57
Щелочной каолин	7,35	8,96	0,09	0,99	19,49

В свою очередь щелочной каолин и продукты метаморфизации мигматита могут найти применение при изготовлении тонкокаменной керамики разного функционального назначения. Так, в производстве строительной керамики (санитарно-технических изделий, отделочных и облицовочных плит, изделий химаппаратуры) допустимо использование альтернативного кварц-полевошпатового сырья с калиевым модулем $K_m \geq 0,9$, содержащего до 1,5 % Fe₂O₃. Это обусловлено тем, что цвет указанных изделий не регламентируется, а основной характеристикой, определяющей их качество, является максимальная степень спекания материала.

Экспериментальная часть. Как известно, спекание фарфоровых и каменно-керамических изделий реализуется в присутствии жидкой фазы, образующейся при термообработке. Интенсивность жидкофазового спекания во многом определяется количеством и свойствами расплава, основным источником образования которого являются плавни. При этом для получения изделий с максимальной степенью спекания качественные и количественные характеристики расплава должны соответствовать температурному режиму обжига изделий, что позволяет избежать высокотемпературной деформации при обжиге.

Исследование флюсующей способности кварц-полевошпатовых материалов, как важнейшей технологической характеристики плавней, проводилось с привлечением разработанная нами метода, заключающегося в определении качественных и количественных характеристик плавкости моделей ис-

следуемого кварц-полевошпатового сырья на основе графо-аналитических расчетов в системах породообразующих оксидов [5].

Метод позволяет оценить температуру начала плавления и полного плавления материалов, количество расплава, образующегося при заданной температуре, динамику накопления, а также свойства расплава – вязкость, поверхностное натяжение и активность (способность растворять частицы кварца и остатки каолиновых зерен), определяющие интенсивность спекания керамики. Результаты проведенных исследований представлены на рис. 1 и в табл. 3 (нумерация пород приведена в таблице).

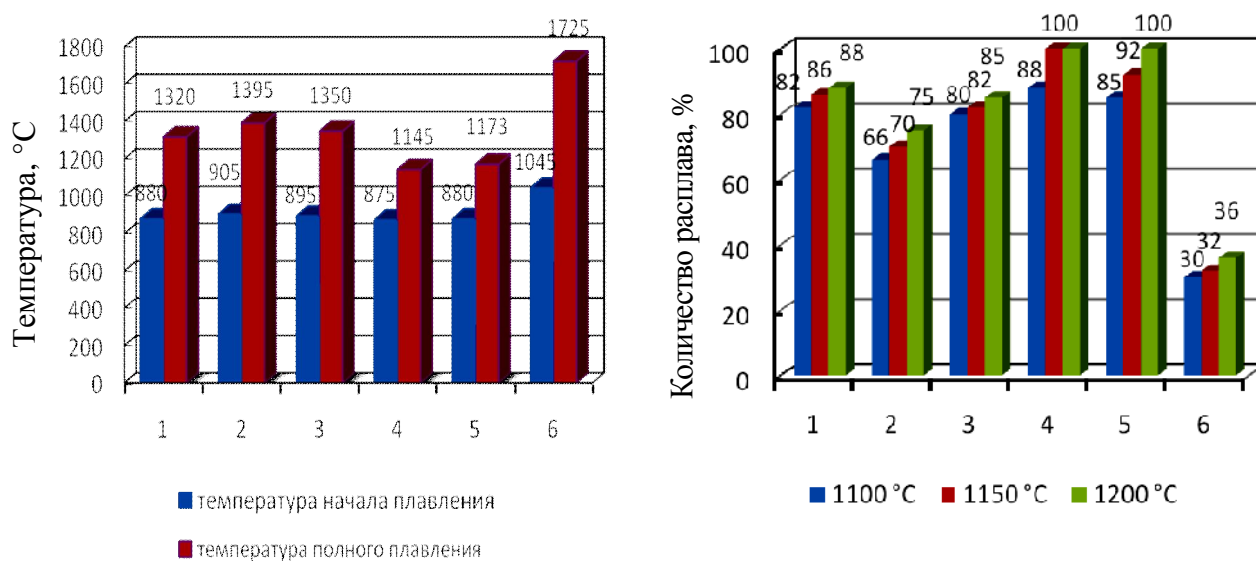


Рис. 1. Характеристики плавкости кварц-полевошпатовых пород

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

- наиболее легкоплавким являются метаморфизированный мигматит, образующий в интервале температур 1100 ÷ 1200 °С максимальное количество (88 ÷ 97 %) маловязкого расплава;

- при нагревании в заданном температурном интервале пегматита, гранита и метаморфизированного пегматита, характеризующихся минимальным содержанием оксидов кальция, магния и железа, происходит постепенное плавное накопление расплава, тогда как при термообработке 1150 °С мигматита и продукта его метаморфизации наблюдается скачкообразное увеличение количества расплава;

- наиболее вязкий расплав образуется при нагревании щелочного каолина, что обусловлено повышенным содержанием оксида алюминия (более 20 масс. %) и высоким значением калиевого модуля ($K_M \approx 9$). Пегматитовый и гранитный расплавы при температуре 1150 ÷ 1200 °С характеризуются опти-

мальными с точки зрения спекания показателями вязкости ($\eta = 10^{3,5} \div 10^{4,0}$ Па·с). В тех же условиях расплав мигматита и продукта его метаморфизации имеет пониженную вязкость ($\lg \eta < 3$ Па·с), что может вызвать высокотемпературную деформацию каменно-керамических изделий в условиях продолжительного обжига, однако не исключает применения этих материалов в качестве флюсующего компонента масс, предназначенных для скоростного обжига;

- расплавы, образующиеся при нагревании щелочного каолина, гранита, пегматита и продукта его метаморфизации в заданном интервале температур, характеризуются поверхностным натяжением в пределах $0,275 \div 0,286$ Н/м, что свидетельствует об их способности равномерно распределяться между частицами твердой фазы. Это указывает на хорошее смачивание твердых частиц расплавом, что будет способствовать их постепенному растворению и интенсификации жидкофазового спекания в целом. Максимальными показателями поверхностного натяжения и активности характеризуются расплавы мигматита и продукта его метаморфизации, что дает основания прогнозировать повышенную усадку материалов, получаемых с их использованием.

Таблица 3

Свойства расплавов, образующихся при термообработке пород

Свойства расплавов	Кварц-полевошпатовые материалы*					
	1	2	3	4	5	6
Вязкость, Па·с <i>lg η</i> при температуре, °С:						
1100	3,96	4,11	4,18	3,00	3,55	4,93
1150	3,83	3,88	3,88	2,94	3,21	4,72
1200	3,61	3,66	3,66	2,86	3,13	4,51
Поверхностное натяжение, Н/м <i>σ</i> при температуре, °С:						
1100	0,275	0,279	0,281	0,322	0,296	0,286
1150	0,280	0,281	0,282	0,328	0,302	0,288
1200	0,282	0,283	0,283	0,335	0,310	0,294
Активность, отн. ед. <i>A</i> при температуре, °С:						
1100	0,122	0,095	0,105	0,457	0,450	0,138
1150	0,113	0,095	0,095	0,433	0,431	0,136
1200	0,113	0,095	0,094	0,369	0,366	0,136

* 1 – пегматит, 2 – гранит, 3 – метаморфизированный пегматит, 4 – мигматит, 5 – метаморфизированный мигматит, 6 – щелочной каолин

Сравнительный анализ полученных данных позволил оценить флюсующую способность исследуемых материалов и спрогнозировать их поведение при термообработке в исследуемом температурном интервале. Эти сведения были использованы при выборе композиций для получения при максимальной температуре обжига $1150 \div 1200$ °С плотноспеченной керамики разного функционального назначения: хозяйственно-бытового и санитарно-технического фарфора, а также каменно-керамических материалов с высокой химической устойчивостью.

При разработке сырьевых композиций были учтены особенности свойств этих изделий, как эксплуатационных, так и эстетико-потребительских. Как известно, высокая химическая стойкость каменно-керамических материалов обусловлена повышенным содержанием хорошо развитой муллитовой фазы. В санитарно-техническом фарфоре преобладают кварцевая и муллитовая составляющие, которые определяют прочностные характеристики изделий. В свою очередь фазовый состав хозяйственного фарфора отличается повышенным содержанием стеклофазы, обеспечивающей просвечиваемость фарфорового черепка в тонком слое, что является одним из показателей качества изделий [7].

Проектирование составов масс осуществлялось на основе анализа данных, полученных при изучении строения четырехкомпонентной системы $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ в области существования полевых шпатов, а также расчетах эвтектических и геометро-топологических характеристик элементарного тетраэдра $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 - 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{SiO}_2$ данной системы [6]. На этапе предварительных исследований был выбран ряд композиций, составы которых располагаются в сечениях тетраэдра $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 - 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{SiO}_2$ с содержанием SiO_2 . После термообработки модельных смесей при температуре 1150 °С с использованием метода внутреннего стандарта определялся количественный фазовый состав продуктов их обжига.

Полученные данные иллюстрируют влияние состава композиций на фазовый состав синтезированных материалов (рис. 2).

Как видно из рис., определяющим фактором для формирования муллита в низкотемпературных композициях является содержание оксида алюминия; с увеличением доли щелочных оксидов в составе смеси растворимость кварца существенно увеличивается, что объясняется ростом активности расплава, образующегося при термообработке, за счет повышения его щелочности.

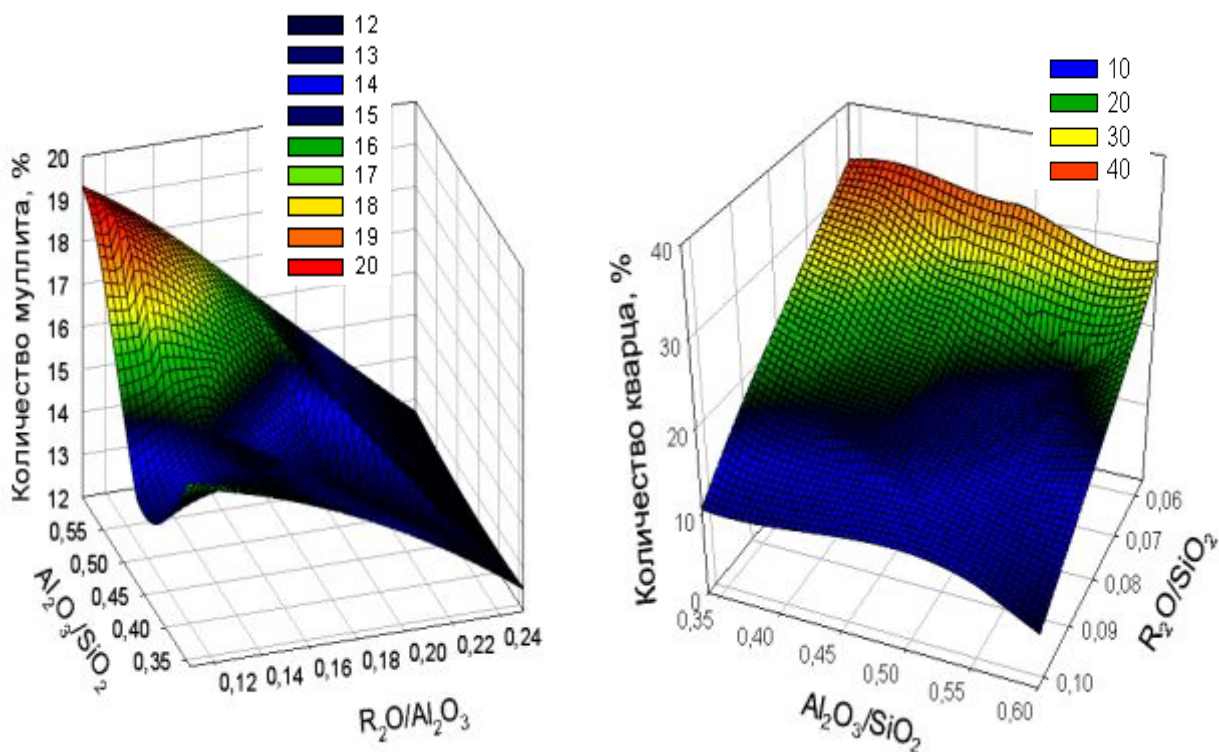


Рис. 2. Количество муллита и кварца в продуктах обжига модельных смесей

Полученные результаты легли в основу создания масс для получения хозяйственно-бытового (ХБФ), санитарно-технического (СТФ) и химически стойкого (ХСФ) фарфора в составе которых использованы комплексные плавни, представляющие собой смеси разных кварц-полевошпатовых материалов Грузливецкого месторождения: пегматита (П), гранита (Г), мигматита (М), щелочного каолина (К), а также продуктов метаморфизации пегматита (МП) и мигматита (ММ). Соотношения компонентов в флюсующей составляющей масс изменялись в таких пределах:

- для окрашенных масс $МП : М : ММ = 1,0 : 3,0 : 1,0 \div 3,0 : 1,0 : 2,0$;
- для беложгущихся масс $Г : П : К = 1,0 : 4,0 : 2,0 \div 5,0 : 1,0 : 3,0$.

В качестве глинистых материалов использовали беложгущуюся каолинито-гидрослюдистую глину, а также основной и щелочной каолины. С целью более раннего образования расплава и регулирования его реологических характеристик в массы вводили двойную соль кальция и магния угольной кислоты (5 %). Для интенсификации муллитообразования в условиях пониженной температуры обжига в массы использовали добавку 0,4 масс. % CuO (сверх 100 %). Такой выбор был обусловлен высокой поляризационной способностью иона Cu^{2+} , что создает условия для такого перераспределения ионов в расплаве, которое приводит к образованию сиботаксических групп бу-

дущей кристаллической фазы – муллита.

Лабораторные образцы изготавливали методом шликерного литья и пластического прессования в соответствии с принятой на производстве технологией. После обжига при температуре 1150 °С в муфельной лабораторной печи определяли основные свойства материалов, определяющие качество изделий тонкокаменной керамики разного функционального назначения. В результате сравнительного анализа этих данных определены составы композиций, обеспечивающие получение изделий с комплексом высоких эксплуатационных и эстетических характеристик при сниженной до 1150 °С температуре термообработки.

В табл. 4 дана характеристика разработанных масс и указаны свойства полученных материалов.

Таблица 4

Характеристика составов керамических масс и свойств полученных материалов

Шифр массы	Соотношение флюсующих компонентов	Соотношение <i>глинистые плавни</i>	Свойства материалов, обожженных при 1150 °С				
			Водопоглощение, %	Прочность на изгиб, МПа	Белизна, %	Просвечиваемость, %	Стойкость к 20,4 % HCl, %
ХБФ	Г : П : К = 1,0 : 4,5 : 2,5	1,25 : 1,0	0,15	55	72	32	-
СТФ	Г : П : К = 1,5 : 4,0 : 2,5	1,35 : 1,0	0,30	65		-	-
ХСФ	Г : П : К = 2,0 : 3,5 : 3,0	1,45 : 1,0	0,50	67	-	-	99,8
ХСФ	МП : М : ММ = 3,0 : 1,0 : 1,5	1,55 : 1,0	0,02	60	-	-	99,1

Как видно из табл., соблюдение указанных соотношений кварцполевошпатовых материалов при выборе состава комплексного плавня обеспечивает максимальный уровень спекания материалов при пониженной температуре обжига. Интенсивная муллитизация образовавшегося расплава способствует его самоармированию и, как следствие, дисперсному упрочнению получаемых материалов, что обуславливает их высокие эксплуатационные и эстетические характеристики, удовлетворяющие требования действующих стандартов для изделий хозяйственно-бытового, санитарно-технического и химически стойкого фарфора.

Выводы:

Полученные положительные результаты свидетельствуют о перспективе использования кварц-полевошпатовых материалов Грузливецкого месторождения в качестве комплексного плавня при разработке сырьевых композиций для получения плотноспеченной керамики при пониженной температуре обжига (1150 °С).

Обоснование выбора составов масс с использованием результатов физико-химических исследований и анализа процессов фазообразования, обеспечило получение низкотемпературных плотноспеченных материалов с высоким уровнем муллитизации, что нашло отражение в свойствах полученного фарфора разного функционального назначения.

Этот факт свидетельствует о необходимости использования резервов энергосбережения при совершенствовании технологии соответствующих производств с целью повышения их энергоэффективности.

Список литературы: 1. *Озерко В.М.* Пошуки і пошуково-оціночні роботи на польовошпатову сировину в центральній північно-західній частинах Українського щита / *В.М. Озерко.* – Київ, 2003. – 135 с. 2. *Балута О.Е.* Геолого-промислові типи местороджень кварц-полевошпатового сировини України / *О.Е. Балута, Я.В. Цимбалюк* // Сировинна база для виробництва фарфору, будівельної кераміки та скла. Розвиток керамічного виробництва: III міжгалуз. наук.-практ. нарада, 10 – 14 вересня 2007 р.: матеріали докл. – К.: ПДРГП «Північгеологія», 2007. – С. 39 – 42. 3. *Мочалова Т.П.* Звіт про детальну розвідку Грузливецкого родовища пегматитів в Червоноармійському районі Житомирської області / *Т.П. Мочалова.* – 1999. 4. Материалы полевошпатовые и кварц-полевошпатовые для тонкой керамики ТУ 3692: ГОСТ 7030-75. – [Действует от 1977-01-01]. – М.: Гос. ком. СССР по стандартизации, 1975. – 17 с. 5. *Федоренко О.Ю.* Експрес-оцінка технологічних властивостей кварц-польовошпатових матеріалів в керамічному виробництві / *О.Ю. Федоренко, М.А. Чиркіна, К.М. Фірсов* // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка. – 2009. – Вип. 31. – С. 48 – 52. 6. *Федоренко Е.Ю.* Методологические и технологические аспекты разработки составов и технологии керамогранитной плитки на основе кварц-полевошпатового сырья Украины / [*Е.Ю. Федоренко, М.И. Рыщенко, К.Н. Фирсов и др.*] // Строительные материалы и изделия. – 2011 – № 2 (67). – С. 2 – 7. 7. *Масленникова Г.Н.* Перспективы развития производства традиционных керамических материалов / *Г.Н. Масленникова, Ф.Я. Харитонов* // Стекло и керамика. – 1992. – № 8. – С. 14 – 17.

Поступила в редколлегию 26.07.11