

*N.S. PRJADKO, K.A. LEVCHENKO, T.J. MASHKOV, I.V. VERHOROBINA* // Visnyk NTU «KhPI». – 2014. – № 52 (1094). – (Series: Khimiya, khimichna tekhnolohiya ta ecolohiya). – P. 10 – 19. – Bibliogr.: 4 names. – ISSN 2079-0821.

Research results of connections size structure of the crushed particles with amplitude size and acoustic signals distributions in transportation zones and jet mill grinding are resulted. It is established, that displacement of a distribution maximum in a range of amplitude smaller values specifies effect of accumulation in jet particles of the small sizes. The opportunity of medium-sized particle forecasting on the maximal amplitude of acoustic signals is shown at transportation or jet grinding. On a basis of forecasting estimations it is possible a control and managements of particle size structure by realization of acoustic monitoring of jet grinding process.

**Keywords:** grinding, granulometry, technological index, acoustic parameter.

УДК 666.593

*Е.Б. ДАЙНЕКО*, асп., НТУ «ХПИ»

## **РАЗРАБОТКА МАСС НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ФАРФОРА**

Обсуждаются результаты исследований по использованию альтернативных сырьевых материалов (полевошпатового материала и пирофиллита) месторождений Украины в технологии электрофарфора. По результатам полученных теоретических и экспериментальных данных разработан оптимальный состав массы, позволяющий получить изделия электротехнического фарфора с высокими показателями специальных свойств при температуре обжига 1200 °С.

**Ключевые слова:** электрофарфор, полевошпатовый материал, пирофиллит, муллитообразование, планирование эксперимента

**Введение.** Уникальное сочетание электрических, механических и теплофизических свойств обеспечивает изделиям из электрофарфора лидирующее положение на рынке изоляционных материалов. В последнее время одной из актуальных задачи, стоящих перед фарфоровой отраслью промышленности, является снижение затрат при производстве без ухудшения качества продукции. Кроме этого, постепенная истощаемость отечественных, традиционных для фарфорового производства месторождений сырьевых материалов, а также недоступность импорта сырья для украинских потребителей в связи с высокими тарифами на транспортировку и таможенными тарифами, привело к повышению интереса исследователей в области использования альтернативного сырья в технологии.

**Цель данной работы** – разработка и оптимизация состава массы элек-

тротехнического фарфора со сниженной температурой спекания (1200 °С) на основе нетрадиционных для данной технологии сырьевых материалов.

© Е.Б. Дайнеко, 2014

В производстве электрофарфора используют те же сырьевые материалы, что и для фарфора хозяйственно-бытового назначения, однако к сырью для электрокерамики предъявляются более жесткие требования по его чистоте и качеству. Для электрофарфора наиболее вредными примесями являются оксиды железа, способствующие созданию ионной проводимости, и, как следствие, снижение диэлектрических характеристик.

Учитывая результаты работы автора [1], перспективным с точки зрения замены полевого шпата в составе фарфора можно считать продукт сухой электромагнитной сепарации пегматитов Лозоватского месторождения (Кировоградская обл.) – полевошпатовый концентрат. Содержание  $Fe_2O_3$  в материале составляет 0,1 масс. %, что соответствует требованиям стандарта для тонкой керамики.

**Основные результаты.** Для частичной замены глинистых материалов в составе материала в качестве минералообразующего компонента исследованы пиррофиллитовые породы Курьяновского месторождения (Житомирская обл.). Для данных материалов предварительными исследованиями [2] установлены геолого-минералогические особенности объектов с пиррофиллитовой минерализацией, произведены аналитические исследования отобранных проб пиррофиллитовых пород. По результатам дифференциально-термического и рентгено-фазового методов анализов формирование муллитовой фазы происходит в интервале температур 950 ÷ 1100 °С с максимальной скоростью образования при 980 °С, что подтверждает перспективность использования пиррофиллита в качестве минералообразующего компонента массы, способного интенсифицировать формирование муллитовой фазы.

Выбор области составов масс для получения электрофарфора осуществляли на основании прогнозного физико-химического анализа системы  $Na_2O - K_2O - Al_2O_3 - SiO_2$ . Оптимизация масс с учетом особенностей процессов спекания и фазообразования фарфора при пониженной температуре обжига (1200 °С) осуществляли с привлечением метода симплекс-решетчатого планирования с использованием плана Шефе неполного третьего порядка [3].

В качестве глинистой составляющей масс использовали беложгущиеся огнеупорные каолинито-гидрослюдистые глины Веселовского месторождения, полужский каолин. Флюсующим компонентом масс является продукт обогащения

лозоватских пегматитов; в роли отощителя использовали кварцевый песок Новоселовского месторождения. Исследование влияния на свойства фарфора частичной замены глинистых материалов пирофиллитами осуществляли с использованием курьяновских пирофиллитовых пород.

С целью интенсификации спекания путем ускорения образования расплава и направленного регулирования его свойств, а также для улучшения электрических свойств за счет снижения ионной проводимости, обусловленной наличием в расплаве щелочных оксидов, в массу вводили доломит (2 масс. % сверх 100 %).

Исследования проводили в следующих областях концентраций компонентов, масс. %: глинистые (глина, каолин) – 35 ÷ 60, флюсующие (лозоватский пшм) – 15 ÷ 35, отощающие (кварцевый песок) – 15, пирофиллит курьяновский – 10 ÷ 25, модификатор (доломит) – 2.

В результате обработки результатов планируемого эксперимента установлен характер зависимостей водопоглощения, степени муллитизации и усадки полученных образцов (как свойств, характеризующих степень созревания фарфора) от состава масс. На рис. 1 представлен графический вид полученных зависимостей. Изолиниями указаны равные значения свойств на диаграмме «состав-свойство».



Рис. 1 – Зависимости «состав – свойство» для масс электротехнического фарфора: а – усадка, %; б – водопоглощение, %; в – интенсивность рефлексов муллита по данным РФА.

Полученная зависимость состав-усадка свидетельствует о том, что минимальным показателем этого свойства (~ 12 %) характеризуется состав с одновременно минимальным количеством пирофиллита (10 масс. %) и глинистой части (35 масс. %). При увеличении доли этих компонентов усадка увеличивается и достигает > 16 %. Для зависимости водопоглощения от состава материала оптимальными являются области, содержащие либо минимальное количество пшм,

песка и доломита (~ 32 %), либо минимальное количество глинистой части (~ 35 %), количество же пиррофиллита влияет на этот показатель незначительно. Зависимость интенсивности мулитообразования от состава фарфора имеет практически линейный характер. Максимальное количество муллита синтезируется в образцах с содержанием доли пшм, песка и доломита ~ 32 масс. %.

В результате комплексного анализа полученных данных определена область оптимальных составов масс для получения низкотемпературного электрофарфора, обеспечивающих максимальный уровень спекания и интенсивное формирование муллитовой фазы при температуре обжига изделий 1200 °С.

Оптимальным соотношением сырьевых материалов (при постоянном содержании модификатора и отощителя) является следующее:

(глина + каолин) : пшм : пиррофиллит = 40 : 27 : 20

Разработанный состав массы позволит получить изделия электротехнического фарфора с высокими показателями специальных свойств, определяющих функциональность материалов, при температуре обжига 1200 °С. Химический состав оптимальной массы, масс. %: SiO<sub>2</sub> – 68,34; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 23,29; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,51; TiO<sub>2</sub> – 0,66; CaO – 1,18; MgO – 0,72; K<sub>2</sub>O – 3,65; Na<sub>2</sub>O – 1,64.

### **Выводы:**

В результате проведенных исследований показана перспективность использования продуктов обогащения пегматитов Лозоватского месторождения и пиррофиллитовых пород Курьяновского месторождения для использования в производстве низкотемпературного электротехнического фарфора.

Сохранение комплекса высоких эксплуатационных свойств полученных материалов при снижении температуры обжига изделий на 100 – 150 °С обеспечивается в результате применения фарфоровых масс с оптимальным соотношением сырьевых компонентов и использования добавок интенсификаторов спекания и фазообразования.

В дальнейшем планируется провести испытания электрофизических свойств для разработанного фарфора в условиях НИИ высоких напряжений в соответствии с методиками, регламентируемыми стандартами ГОСТ 24409-80.

**Список литературы:** 1. Блискун С.П. Комплексне використання кварц-польовошпатової сировини Лозуватського родовища в керамічному виробництві / С.П. Блискун // Будівельні матеріали та виробн. – 2009. – № 9(55). – С. 17 – 20. 2. Дайнеко Е.Б. Пиррофиллитсодержащие породы Курьянов-

ского и Овручского месторождений (Украина) как сырья для производства плотноспеченной керамики / *Е.Б. Дайнеко, А.М. Юминов, А.Г. Токарев* // *Металлогения древних и современных океанов* – 2013. Рудоносность осадочных и вулканогенных комплексов: XIX Молодежная научная школа, 22-27 апр. 2013 г.: статьи. – Миасс, 2013. – С. 21 – 24. **3. Спиридонов А.А.** Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / *Спиридонов А.А.* – М.: Машиностроение, 1981. – 489 с.

**Referens: 1.** *Blyskun S.P.* Kompleksne vykorystannya kvarts-pol'ovoshpatovoyi syrovyny Lozuvats'koho rodovyshcha v keramichnomu vyrobnytstvi / *S.P. Blyskun* // *Budivel'ni materialy ta vyroby.* – 2009. – № 9(55). – С. 17 – 20. **2.** *Dajneko E.B.* Pirofillitsoderzhashhie porody Kur'janovskogo i Ovruchskogo mestorozhdenij (Ukraina) kak syr'e dlja proizvodstva plotnospechennoj keramiki / *E.B. Dajneko, A.M. Juminov, A.G. Tokarev* // *Metallogenija drevnih i sovremennyh okeanov* – 2013. Rudonosnost' osadochnyh i vulkanognennyh kompleksov: XIX Molodjozhnaya nauchnaya shkola, 22-27 apr. 2013 y.: articles. – Miass, 2013. S. 21 – 24. **3.** *Spiridonov A.A.* Planirovanie jeksperimenta pri issledovanii tehnologicheskikh processov / *A.A. Spiridonov.* – Moscow: Mashinostroenie, 1981. – 489 s.

*Поступила в редколлегию (Received by the editorial board) 01.07.14*

УДК 666.593

**Разработка масс низкотемпературного электротехнического фарфора / Е.Б. ДАЙНЕКО**  
// *Вісник НТУ «ХПІ».* – 2014. – № 52 (1094). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія).  
– С. 19 – 23. – Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2079-0821.

Обговорюються результати досліджень з використання альтернативних сировинних матеріалів (польовошпатового матеріалу та пірофіліту) родовищ України в технології електрофарфору. За результатами отриманих теоретичних та експериментальних даних розроблено оптимальний склад маси, що дозволяє отримати вироби електротехнічного фарфору з високими показниками спеціальних властивостей за температури випалу 1200 °С.

**Ключові слова:** електрофарфор, польовошпатований матеріал, пірофіліт, мулітоутворення, планування експерименту

UDC 666.593

**Development of low-temperature electrotechnical porcelain masses / E.B. DAJNEKO**  
// *Visnyk NTU «KhPI».* – 2014. – № 52 (1094). – (Series: Khimiya, khimichna tekhnolohiya ta ecolohiya).  
– P. 19 – 23. – Bibliogr.: 3 names. – ISSN 2079-0821.

The results of studies on the use of alternative raw materials (feldspat materials and pyrophyllite) from Ukraine deposits in electroporcelain technology are discussed. According to the results of theoretical and experimental data the optimum mass composition, allowing to obtain electrical porcelain products with high specific properties at 1200 °C were developed.

**Keywords:** electrotechnical porcelain, feldspat materials, pyrophyllite, mullite formation, planning of experiment