

УДК 666.61

**ВИКОРИСТАННЯ ЛУЖНИХ КАОЛІНІВ У ВИРОБНИЦТВІ  
КЕРАМОГРАНІТНИХ ПЛИТ****Картишев Сергій Вікторович,**

аспірант;

**Федоренко Олена Юріївна,**

доктор технічних наук, професорка, професорка;

**Плохотнікова Катерина Андріївна,**

студентка

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

[kartyshev@ukr.net](mailto:kartyshev@ukr.net)

Вітчизняні виробники керамограніту вимушені використовувати польовошпатову сировину альбітового складу, яку імпортують переважно з Туреччини. Втім альтернативу їм можуть скласти лужні каоліни вітчизняних родовищ, запаси яких лише на п'яти основних проявах складають ~46 млн т [1]. Найбільш потужними родовищами лужних каолінів в межах каолінової провінції Українського кристалічного щита є Дубрівське, Майдан-Вільське, Грузливецьке, Катеринівське та Йосипівське. Слід зазначити, що лужні каоліни практично не використовуються вітчизняними підприємствами через їх недостатню вивченість та брак інформації щодо особливостей хіміко-мінерального складу і технологічних властивостей.

Лужні каоліни є цінною комплексною сировиною, використання якої вводить до керамогранітної маси всі необхідні складові. Перспективність використання лужних каолінів у виробництві керамічних плиток підтверджені дослідженнями авторів [1], які наголошують на підвищеній реакційній здатності катеринівського лужного каоліну та вказують на перспективність його використання в технології керамічної плитки. За свідченням фахівців [2] використання лужних каолінів в комбінації з пегматитом дозволяє інтенсифікувати процеси спікання і фазоутворення при знижених температурах випалу виробів. Дослідження хіміко-мінерального складу лужних каолінів Йосипівського родовища, а також продуктів їх збагачення [3] свідчать про доцільність їх використання як комплексної сировини в технології щільноспеченої кераміки у незбагаченому вигляді.

Враховуючи вищевикладене, актуальним є дослідження технологічних властивостей лужних каолінів вітчизняних родовищ, що дозволить розширити сировинну базу виробництва керамічних плиток, які згідно класифікації за ISO 13006:1998 належать до групи ВІа.

Ефективність використання польовошпатвмісної сировини, виходячи з її ролі плавня, обумовлена, перш за все її флюсуючою здатністю, тобто спроможністю утворювати максимальну кількість розплаву за певних умов випалу виробів. Швидкісний випал керамогранітних плит накладає додаткові вимоги як стосовно кількості розплаву, який утворюється під час випалу, так і його властивостей, зокрема в'язкості ( $\eta = 10^{3,0-3,7}$  Па·с); поверхневого натягу ( $\delta \leq 0,3$  Н/м) та високої активності, як здатності розчиняти рештки глинистих мінералів і кварцові зерна.

Метою роботи є оцінка флюсуючої здатності лужних каолінів чотирьох найбільш потужних вітчизняних родовищ та визначення умов їх використання у виробництві керамогранітних плит.

Для лужних каолінів Майдан-Вільського, Дубрівського, Єкатеринівського і Грузливецького родовищ визначали хіміко-мінеральний склад (табл. 2) і флюсуючу здатність (табл. 3).

Таблиця 2. Характеристика хіміко-мінерального складу лужних каолінів

Родовище лужних каолінів	Вміст оксидів за результатами хімічного аналізу, мас. %			K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	Мінеральний склад, %			
	K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	CaO + MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		<i>kl</i>	<i>or</i>	<i>ab</i>	<i>qv</i>
Дубрівське	7,6	0,70	0,81	7,54	30-34	24-35	0-2	25-38
Єкатеринівське	6,7	1,22	1,05	5,6	26-30	25-28	1-3	39-42
Майдан-Вільське	7,9	0,34	0,41	1,93	25-30	26-30	10-18	31-35
Грузливецьке	7,4	0,09	0,98	5,46	30-35	38-40	8-12	18-24

Таблиця 3. Кількісні і якісні характеристики плавкості лужних каолінів

Показники плавкості	Температура випалу, °С	Родовище лужних каолінів			
		Дубрівське	Єкатеринівське	Майдан-Вільське	Грузливецьке
Кількість розплаву <i>Q</i> , %	1100	90,42	67,3	91,0	68,90
	1150	92,02	81,2	93,75	84,2
	1200	92,36	87,6	95,39	89,8
В'язкість розплаву, Па·с ( $lg\eta$ )	1100	5,11	5,13	5,15	5,07
	1150	4,87	4,91	4,90	4,85
	1200	4,67	4,69	4,68	4,64
Поверхневий натяг $\delta$ , Н/м	1100	0,289	0,281	0,274	0,292
	1150	0,292	0,283	0,276	0,294
	1200	0,295	0,285	0,278	0,297
Активність, ум. од.	1100	0,089	0,112	0,084	0,087
	1150	0,090	0,112	0,088	0,089
	1200	0,094	0,104	0,091	0,093

Як видно з поданих даних, досліджені лужні каоліни суттєво відрізняються за калієвим модулем, який визначає співвідношення альбітової та ортоклазової складової, а отже суттєво впливає на плавкість породи та властивості розплаву. Найнижчий показник калієвого модуля (співвідношення  $K_2O/Na_2O$ ) характерний для Майдан-Вільського лужного каоліну, тоді як Дубрівський лужний каолін відноситься до переважно калієвих. Встановлено, що дослідні лужні каоліни містять значну кількість польових шпатів (від 38 до 60 мас. %) з переважним вмістом ортоклазу ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ ).

Флюсуючу здатність лужних каолінів оцінювали за результатами аналізу характеристик їх плавлення (табл. 3), визначення яких здійснювали за методикою, основою на графо-аналітичних розрахунках в системах породоутворюючих оксидів  $Na_2O-Al_2O_3-SiO_2$  і  $K_2O-Al_2O_3-SiO_2$ . Детальний опис методики та алгоритм розрахунків наведено в роботі [2].

Прогнозна оцінка флюсуючої здатності дослідних лужних каолінів свідчить про те, що достатньо висока кількість розплаву (понад 80 %) утворюється під час нагрівання лужних каолінів до температури 1150 °С і вище. Розрахунки показали, що найбільша кількість розплаву в дослідному температурному інтервалі (1100–1200 °С) виникатиме при плавленні Дубрівського та Майдан-Вільського каолінів (90–95 %).

Комплексний аналіз якісних та кількісних характеристик плавлення дозволив розташувати дослідні лужні каоліни за збільшенням їх флюсуючої здатності в наступний ряд:

*Екатеринівський < Грузливецький < Дубровський < Майдан-Вільський.*

Втім слід звернути увагу на те, що в'язкість розплавів, які утворюватимуться за нагрівання порід навіть до 1200 °С, є зависокою для отримання керамограніту в умовах швидкісного випалу. Найнижчі показники в'язкості розплавів, здатних утворитись під час нагрівання в дослідному температурному інтервалі належать Грузливецькому лужному каоліну ( $lg\eta = 4,64 \div 5,07$ ). Це свідчить про необхідність корегування складу технологічної суміші, яка міститиме лужний каолін як флюсуючу складову, з використанням модифікуючих добавок, здатних прискорити утворення розплаву та зменшити його в'язкість.

Ще одним способом отримання керамогранітних плит з водопоглинанням  $W \leq 0,5\%$  є використання лужного каоліну як основної сировини за часткової або повної заміни глинистої складової керамічної маси.

Абстрагуючись від окремих показників якості польовошпатвмісної сировини згідно ГОСТ 15045-78 можна сказати, що досліджені лужні каоліни є

безумовно перспективними для використання в технології щільноспеченої кераміки будівельного призначення. У першу чергу це стосується виробництва керамограніту, а також санітарно-технічного фарфору. Втім, враховуючи той факт, що вказані технології передбачають шлікерний спосіб підготовки технологічних сумішей, в подальшому слід приділити увагу реології суспензій, що містять лужний каолін як основну речовину, оскільки його особливості у великій мірі визначатимуть процеси іонообміну та коагуляційного структуроутворення, а отже і такі важливі властивості як текучість і схильність до тиксотропного зміцнення.

### **Список використаних джерел**

1. Федоренко О. Ю., Щукіна Л. П., Рищенко М. І., Присяжна Л. В. Клінкерні керамічні матеріали на основі природної і техногенної сировини України : монографія. Харків : ТОВ «Планета Прінт». 2018. 185 с.
2. Федоренко О. Ю., Дайнеко К.Б., Покроєва Я.О., Худенко А.Г., Чиркіна В.Ю. Оцінка ефективності використання лужних каолінів Майданвільського родовища в технології керамічних плиток. Науковий вісник будівництва. 2017. Т. 90. № 4. С. 120–126.
3. Рева В. І. Огляд технологічних властивостей сировини з Йосипівського родовища для керамічного виробництва. Кераміка: наука та життя. 2014. №4(25). С. 4–9.