

## ЛЕГКОПЛАВКІ ПОЛІМІНЕРАЛЬНІ ГЛИНИ КИЇВЩИНИ – ПЕРСПЕКТИВНА СИРОВИНА У ВИРОБНИЦТВІ КЕРАМІЧНОЇ ЧЕРЕПИЦІ

**Д**осліджені глинисті мінерали Київської області дають підстави розглядати їх як раціональну сировину для виробництва будівельної кераміки. У попередній статті [1] досліджено спондилову полімінеральну глинисту сировину Ірпінського родовища, у складі якої превалюють гідрослюда, каолінит, хлорит. На основі проведених досліджень було зроблено висновки, що гідрослюдисто-каолінітовий глинистий мінерал за пластичністю відноситься до групи середньопластичних, за вогнетривкістю – до легкоплавкої сировини, а також і те, що дана спондилова глина відноситься до дисперсної групи сировини з середнім вмістом крупнозернистих включень і відповідає групі кислих глин.

Виробництво і використання керамічних матеріалів є одним із основних будівельних трендів Європи протягом останніх століть, адже керамічні будівельні матеріали екологічно безпечні, повсюдно забезпечені доступною сировиною і їх виготовлення не потребує великих економічних витрат.

Проте не тільки продукція повинна бути екологічно чистою, а й саме виробництво має бути дружнім до довкілля та обов'язково включати рекультивацию та відтворення використаних земель. Саме тому екологічне виробництво будівельних матеріалів є надзвичайно актуальним і перспективним для України.

Розумне поєднання традиційного матеріалу і сучасних технологій дає лише позитивний результат. Завдяки сучасним технологіям ці керамічні традиційні матеріали можуть бути і конкурентоспроможними, і вишуканими.

Більшість керамічних заводів України використовують для виробництва стінових виробів та черепиці дешеву полімінеральну глинисту сировину, яка залягає безпосередньо в зоні розташування виробництва. Нами було проведено комплексне дослідження глинистого природного мінералу Ірпінського родовища для використання в технології виробництва керамічної черепиці високої якості. Даного висновку можна дійти на основі вивчення структуроутворення, спікання та властивостей отриманих готових керамічних виробів.



**Л.М. Спасьонова**

доцент кафедри хімічної технології кераміки КПІ ім. Ігоря Сікорського, к.х.н., доцент



**І.С. Суббота**

доцент кафедри хімічної технології кераміки КПІ ім. Ігоря Сікорського, к.т.н., доцент



**Т.І. Булка**

асистентка кафедри хімічної технології кераміки КПІ ім. Ігоря Сікорського



**О.К. Нагорна**

студентка кафедри хімічної технології кераміки КПІ ім. Ігоря Сікорського

Об'єктом дослідження були фізико-хімічні процеси формування структури і властивостей, інтенсифікація спікання керамічних мас шляхом регулювання хіміко-мінералогічного складу. Для вирішення поставлених завдань застосовували сучасні фізико-хімічні і фізико-технологічні методи дослідження сировинних матеріалів і мас на їх основі, що дало можливість оцінити особливості структуроутворення керамічних матеріалів, а також комплекс кераміко-технологічних методів дослідження – експлуатаційні властивості готових виробів. Усі використані в дослідженні методики відповідають Державним стандартам України.

З метою визначення придатності даної сировини для виготовлення керамічної черепиці були проведені систематичні дослідження з розробки складів мас, а також основних характеристик готової продукції за стандартними методами [2, 3, 4].

Для виготовлення керамічної черепиці використовуються виключно легкоплавкі глини. Вони жирніші і пластичніші, тому дозволяють створювати черепицю ідеальної форми і міцності. Різноманіття колірних відтінків керамічного покривельного покриття досягається завдяки нанесенню спеціальних матеріалів, а саме: ангоба і глазури безпосередньо в процесі випалення черепиці.

*Ангоб* – це змішана з водою глина з додаванням різних мінеральних речовин, що надають їй відповідного тону. За допомогою розпилювача ангоб наносять на поверхню керамічної черепиці, після чого її випалюють за температури близько 1000 °С. Особливість ангобованої черепиці полягає ще і в тому, що вона не змінює з часом свого кольору. Така черепиця краще всього підходить для експлуатації в кліматичних умовах України. Оскільки кольорове покриття на керамочерепиці теж складається з глини, коефіцієнти розширення і звуження черепиці і ангоба співпадають. Як результат, ангобоване покриття при температурних коливаннях не розтріскується і керамочерепиця служитиме довше.

Щодо глазурованої черепиці, то *глазур* являє собою склоподібне покриття, яке надає черепиці блиску. Колірне наповнення глазури залежить від іонного складу перехідних металів, що включені до розплаву глазури. Основною перевагою глазурованої черепиці є те, що під час кожного дощу відбувається промивання блискучої глазурованої поверхні даху. Окрім цього, глазур є додатковим захистом від вбирання вологи порами кераміки.

Основні переваги керамічної черепиці: стійкість до зовнішніх атмосферних впливів, морозостійкість, висока механічна міцність, пожежобезпечність, високий ступінь звукопоглинання та значний термін служби.

Як свідчать отримані результати досліджень ірпінської глинистої сировини, максимальна механічна міцність зразків спостерігається в інтервалі температур 900–1000 °С. При розробленні складів мас для виробництва черепиці як корегуючу добавку використовували

каолініт-гідрослюдисту глину Часово Ярського родовища, хоча можна використовувати будь-яку добре досліджену глину. В якості опіснювачів використовували шамот і пісок. Пісок було досліджено на зерновий склад, який становив за залишком на ситах з різним розміром отворів, %: 1,25 – 0,2; 0,65 – 1,0; 0,3 – 14,0 і на ситі з розміром отворів 0,15 – 72.

При розробленні черепичних мас необхідно враховувати особливості черепиці, її рельєфність, різну товщину виробу і чутливість до сушіння. Всі ці характеристики впливають на тріщинуватість і схильність до деформації.

Полімінеральна глиниста сировина Ірпінського родовища високочутлива до сушіння, тому для покращення сушильних властивостей сировини необхідно додавати відповідні добавки. З метою розроблення найбільш технологічних композицій досліджено різні склади глинистої сировини, піску та шамоту (табл. 1). Також було досліджено формувальну вологість, чутливість до сушіння та чутливість до сушіння після вилежування запропонованих складів шихти, результати досліджень наведені в таблиці 2.

Встановлено, що збільшення кількості опіснювача в шихті зменшує чутливість мас до сушіння. Навіть збільшення його кількості в масі (наприклад, піску до 50 %) не переводить шихту з групи високочутливої сировини до середньочутливої.

Таблиця 1

Маркування зразків та їх склади

Шифр зразка	Глиниста сировина Ірпінського родовища	Каолініт-гідрослюдиста глина Часово Ярського родовища	Пісок	Шамот
З_1	100	–	–	–
З_2	90	–	10	–
З_3	80	–	20	–
З_4	70	–	30	–
З_5	50	–	50	–
З_6	85	15	–	–
З_7	70	30	–	–
З_8	90	–	–	10
З_9	75	15	10	–
З_10	75	15	–	10
З_11	60	20	20	–
З_12	50	30	20	–
З_13	40	20	40	–

Спосіб вилежування був запропонований до дослідження з метою зниження чутливості сировини до сушіння. Зразки черепичної шихти

вилежувалися від 6 до 8 діб. Як видно з таблиці 2, тріщиностійкість мас після вилежування зростає і склади 3\_5 та 3\_9 – 3\_13 переходять за чутливістю до сушіння до групи середньочутливих. Таким чином, можна дійти висновку, що використання корегуючих добавок каолінит-гідрослюдистої глини 15–30 % і піску 10–50 %, а також вилежування до 8 діб дозволяє вибрати склади мас із задовільними сушильними властивостями.

Таблиця 2

**Формувальна вологість та чутливість до сушіння дослідних зразків**

Шифр зразка	Формувальна вологість, %	Чутливість до сушіння, с	Чутливість до сушіння після вилежування, с
3_1	23,5	42	—
3_2	19,1	48	—
3_3	18,5	57	82
3_4	18,1	76	90
3_5	16,1	87	127
3_6	21,0	46	—
3_7	21,4	52	—
3_8	19,6	48	—
3_9	18,3	70	116
3_10	17,0	65	—
3_11	18,2	68	—
3_12	16,8	83	132
3_13	16,4	88	154

Порівняльний аналіз впливу піску і шамоту на чутливість до сушіння показав, що як шамот, так і пісок знижують чутливість до сушіння і, таким чином, подібно впливають на тріщиностійкість черепиці.

Важливим показником у процесі теплової обробки є усадка зразків (табл. 3). Повітряна усадка самої глинистої сировини Ірпінського родовища складає біля 12 %. Незначне зменшення усадки спостерігається для зразків з додаванням каолінит-гідрослюдистої глини Часово Ярьського родовища, значне зниження повітряної усадки досягається з додаванням піску: 20–50 % піску знижує повітряну усадку відповідно до 9,4–6,0 %.

Загальна усадка збільшується з підвищенням температури випалу незначно, крім шихт з великим вмістом піску низькі показники загальної усадки властиві зразкам шихти 3\_9, 3\_11 та 3\_12, що містять відповідно 15–30 % каолінит-гідрослюдистої глини і 10–20 % піску.

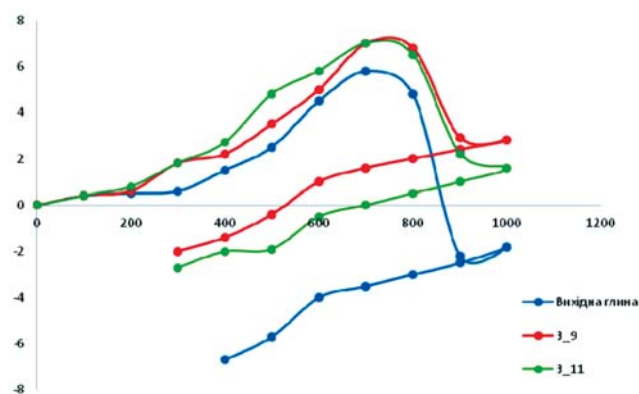
Результати визначення зміни лінійних розмірів отриманих зразків черепиці на основі глинистої сировини Ірпінського родовища, а та-

кож експериментальних складів наведено на рисунку. На кривій нагрівання глинистої сировини спостерігається незначне розширення зразка, при підвищенні температури до 700 °С – інтенсивне збільшення його лінійних розмірів, яке припиняється за температури 750 °С, після чого починається спікання, що супроводжується усадкою. На ділянці кривої охолодження фіксується незначний кварцовий ефект. Введення до шихт каолінит-гідрослюдистої глини і піску не змінює характер змін лінійних розмірів зразків. Дані досліджень зміни лінійних розмірів використані при розробленні технологічних режимів термооброблення керамічної черепиці.

Таблиця 3

**Повітряна та загальна усадка зразків**

Шифр зразка	Повітряна усадка, %	Загальна усадка, %	
		за температури випалу 950 °С	за температури випалу 1000 °С
3_1	11,9	12,2	12,6
3_2	9,8	10,1	10,2
3_3	9,4	9,7	9,9
3_4	8,4	8,7	8,8
3_5	6,0	7,0	7,3
3_6	10,2	10,6	10,9
3_7	10,1	10,5	10,8
3_8	9,3	10,1	10,5
3_9	9,7	10,2	10,3
3_10	8,8	9,9	10,1
3_11	9,0	9,3	9,4
3_12	7,5	7,6	7,9
3_13	6,4	6,8	7,1



Графік зміни лінійних розмірів зразків глинистої сировини Ірпінського родовища в процесі випалення

Також було досліджено межі міцності зразків при стисненні та на вигин, зі збільшенням температури випалу вони збільшуються (табл. 4).

Таблиця 4

Межі міцності зразків при стисненні та на вигин при різних температурах випалу

Шифр зразка	Межа міцності, МПа			
	при стисненні за температури випалу		на вигин за температури випалу	
	950 °С	1000 °С	950 °С	1000 °С
З_1	33,2	34,4	4,0	4,2
З_2	35,2	37,90	3,4	3,8
З_3	31,0	32,4	3,0	3,5
З_4	19,6	19,8	1,8	2,0
З_5	15,0	15,6	1,2	1,4
З_6	40,0	41,2	3,6	4,0
З_7	47,6	49,0	2,6	3,0
З_8	29,8	32,2	3,4	3,6
З_9	38,9	39,6	3,5	3,8
З_10	34,5	35,0	3,0	3,0
З_11	31,0	34,6	3,0	3,2
З_12	35,9	39,2	2,6	3,0
З_13	22,6	23,3	1,4	1,4

При оцінюванні властивостей керамічних мас, що придатні для виготовлення черепиці, найважливішими показниками є водопоглинання та водопроникність. Результати цих досліджень наведені в таблиці 5.

Як видно з отриманих результатів, зі збільшенням температури випалу водопоглинання зменшується через зменшення відкритих пор. Для всіх шихт водопоглинання змінюється в вузьких межах, при цьому максимальне водопоглинання мають склади, що містять велику кількість опіснювача.

За отриманими результатами зразки черепиці на основі глинистої сировини Ірпінського родовища та каолінит-гідрослюдистої глини водонепроникні. Черепиця, в шихті якої більше 30 % піску, водопроникна за температури 950 °С і 1000 °С. Склад цієї шихти унеможливує використання її у виробництві даного виду керамічного будівельного матеріалу. Шихти З\_9, З\_11 та З\_12 забезпечують водонепроникність зразків при вмісті піску до 20 %.

Таблиця 5

Водопоглинання та водопроникність зразків при 950 °С та 1000 °С випалу

Шифр зразка	Температура випалу			
	950 °С		1000 °С	
	Водопоглинання, %	Водопроникність	Водопоглинання, %	Водопроникність
З_1	10,6	водонепрон.	10,4	водонепрон.
З_2	10,7	водонепрон.	10,4	водонепрон.
З_3	11,4	водонепрон.	11,2	водонепрон.
З_4	11,8	водопрон.	11,6	водопрон.
З_5	11,7	водопрон.	11,6	водопрон.
З_6	10,8	водонепрон.	10,6	водонепрон.
З_7	9,5	водонепрон.	9,1	водонепрон.
З_8	11,5	—	11,3	—
З_9	10,5	водонепрон.	10,4	водонепрон.
З_10	11,2	—	10,9	—
З_11	11,4	водонепрон.	10,8	водонепрон.
З_12	11,2	водонепрон.	10,9	водонепрон.
З_13	11,6	водопрон.	11,2	водопрон.

Таким чином, можна дійти наступних висновків: керамічні будівельні матеріали є екологічно безпечними, повсюдно забезпечені доступною сировиною, їх виготовлення не потребує великих економічних витрат і широко використовується в будівництві. Аналіз кераміко-технологічних та фізико-механічних властивостей зразків на основі досліджених шихтових композицій дозволяє визначити співвідношення компонентів, що забезпечує отримання якісної черепиці зі складом: глинистої сировини Ірпінського родовища – 50–75 %, каолінит-гідрослюдистої глини – 10–20 % та піску – 10–20 %. Міцність керамічної черепиці даного складу відповідає сучасним вимогам. Для запропонованої до виготовлення черепиці на основі глинистої сировини Ірпінського родовища та каолінит-гідрослюдистої глини водопоглинання мінімальне, зразки черепиці водонепроникні.

[1] Суббота І.С., Спасьонова Л.М., Булка Т.І., Нагорна О.К. Використання місцевих легкоплавких глин України у виробництві будівельної кераміки // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2018. – № 2. – С. 41–43.  
 [2] Практикум по технології кераміки: Учебн. пособие для вузов / Н.Т. Андрианов, А.В. Беляков, А.С. Власов, И.Я. Гузман, Е.С. Лукин, М.А. Мальков, Ю.А. Мосин, Б.С. Скидан / Под ред. проф. И.Я. Тузмана. – М.: ОООРИФ «Стройматериалы», 2005. – 336 с.

[3] Якімчук Т.В. Математичне моделювання складів мас для виробництва керамічної клінкерної цегли на основі глин Київської області / Т.В. Якімчук, І.В. Огороднік, О.М. Доній, Н.Д. Дмитренко // Будівельні матеріали та виробн. – 2008. – № 1. – С. 23–27.  
 [4] ГОСТ 2642.2-86 – ГОСТ 2642-II-86. Сырье глинистое. Методы анализа.

Надійшла 19.04.2018 р.