

*Д-р техн. наук М. І. Рищенко, д-р техн. наук Я. М. Пітак,
канд. техн. наук О. Я. Пітак, Ю. В. Яковлева,
Ю. О. Охріменко, Л. А. Халітова
(НТУ «Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків, Україна)*

Дослідження суглинків Плавинищенського родовища

Для виробництва лицьової цегли досліджено можливість використання суглинків як базової сировини, родовище яких розташоване у с. Плавинище Роменського району Сумської області. Для виробництва лицьової цегли зазвичай застосовують маси, що складаються або із суміші різних глин, або із суміші глин з різними непластичними добавками.

Основною вимогою до пластичної сировини, що використовується для виробництва лицьової цегли, є її тонкозернистість, достатня пластичність, здатність спікатися до водопоглинання 2—4 % у широкому інтервалі температур. Легкоплавкі полімінеральні глини у виробництві означених матеріалів зазвичай не використовують, тому що вони мають вузький інтервал спікання (менше 50 °С). Внаслідок присутності у таких глинах монтморилоніту під час сушіння та випалу вироби можуть давати велику усадку, яка супроводжується розтріскуванням та деформацією, що не дозволяє отримувати вироби правильної форми і точних розмірів [1—8].

Експериментальна частина

У даній роботі для складання шихт як основну сировину підприємства «Слобожанська будівельна кераміка» використовували два види суглинків і вогнетривку глину. Хімічний склад сировинних матеріалів наведено у табл. 1.

Як базова сировина для виробництва лицьової цегли використовувалися суглинки верхні та нижні (глиниста сировина), які розташовані у с. Плавинище Роменського району Сумської області. Означене родовище експлуатується Роменським заводом стінових матеріалів, основна продукція якого — рядова та лицьова керамічна цегла жовтого та насиченого брунато-червоного кольору. На підприємстві використовується технологія пластичного формування виробів.

Хімічний склад сировини

Матеріал	Хімічний склад, мас. %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	В.п.п.
Суглинок нижній	67,87	11,49	4,37	3,74	3,74	0,4	1,78	0,55	9,0
Суглинок верхній	81,5	5,84	3,65	0,46	0,47	0,04	1,37	0,36	3,85
Вогнетривка глина	65	23,5	1,5	0,75	0,25	—	2,4	0,56	7,0

Характерною особливістю цього родовища є те, що глиниста сировина неоднорідна і залягає пластами. Загальний вигляд виробки на кар'єрі наведено на рис. 1.

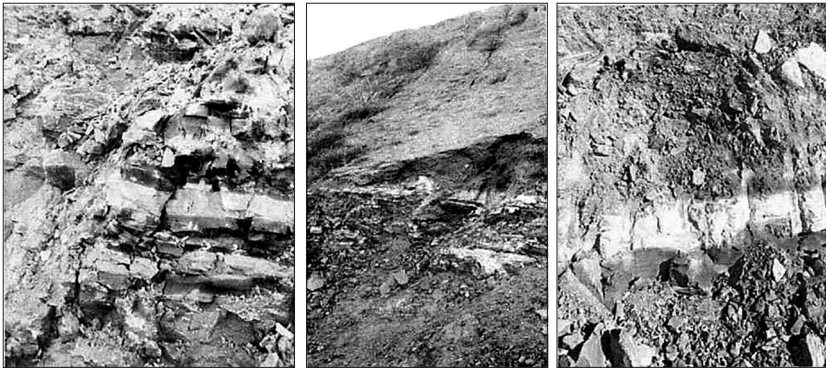


Рис. 1. Загальний вигляд породи

Гранулометричний склад глинистої сировини визначався за методикою Б. І. Рутковського, прийнятою в технології будівельної кераміки. Згідно з цією методикою часточки породи розподіляються на три основні фракції:

- глинисті часточки (діаметр яких менше 0,005 мм);
- пиловаті часточки (0,005—0,05мм);
- піщані часточки (0,05—0,5 мм).

Результати визначення гранулометричного складу наведено у табл. 2.

За результатами гранулометричного аналізу виходить, що дослідна сировина відноситься до глинистих суглинків.

Таблиця 2

Гранулометричний склад глинистої сировини

Найменування показників	Кількість часточок, %
Глиниста фракція	29,45
Пиловата фракція	34,44
Піщана фракція	36,11

Визначений гранулометричний склад сировини дозволяє також прогнозувати галузь її можливого використання. Так, положення точки гранулометричного складу глини на діаграмі Беркмана і Мельнікової дозволяє припустити, що глина має досить широке використання і в чистому вигляді може застосовуватись у технології повнотілої та пустотілої цегли, керамічних каменів та черепиці.

Вміст у глинистій сировині крупнозернистих включень (часточок з розміром більше 0,5 мм) складає 1,16 %, що згідно з класифікацією глинистої сировини дозволяє віднести її до порід із середнім вмістом крупнозернистих включень. Розмір включень коливався від мінімального 0,5 мм до максимального 3 мм. При дії на включення 10 %-ного розчину соляної кислоти спостерігалася бурхлива реакція, на підставі чого можна стверджувати, що більша частина залишку складається з карбонатів, вкритих зовні глинистою речовиною. Окрім карбонатів, залишок на ситі також включав незабарвлені зерна кварцу розміром до 1 мм.

Дані, що характеризують пластичність дослідної глинистої сировини, наведено у табл. 3.

Відповідно до існуючої класифікації дослідна глиниста сировина є пластичною.

Таблиця 3

Характеристика пластичності глини

Матеріал	Абсолютна вологість (мас. %)		Число пластичності
	Нижня границя текучості	Границя розкачування	
Суглинок нижній	28,04	15,04	13
Суглинок верхній	21,28	13,28	12,4

Повітряна усадка глини є кількісною мірою усадочних явищ при сушінні і характеризує зменшення лінійних та об'ємних розмірів висушеного зразку, віднесене до його початкової довжини чи об'єму. Результати визначення повітряної усадки для зразків, отриманих пластичним способом формування за нормальної формувальної вологості 22 %, наведено у табл. 4.

З наведених у табл. 4 даних видно, що зразки характеризуються стандартною для суглинків лінійною повітряною усадкою. У той же час видно, що об'ємна усадка зразків з глинистої сировини є високою, що,

Таблиця 4

Показники повітряної усадки глини

Найменування матеріалу	Повітряна усадка, %	
	лінійна	об'ємна
Глиниста сировина	5,83	19,32

в свою чергу, пояснюється гранулометричним складом, зокрема тим, що даний суглинок є глинистим.

Чутливість глин до сушки — це властивість, яка характеризує здатність глини без появи тріщин витримувати усадочні напруження, які виникають під час сушки. У даній роботі ця властивість кількісно оцінювалася за коефіцієнтом, запропонованим А. Ф. Чижським.

Для визначення коефіцієнта чутливості глини за А. Ф. Чижським необхідно спочатку визначити критичну вологість глини за графічною залежністю, яка ілюструє зміну усадки зразків відповідно до змінювання їх абсолютної вологості. Вказану залежність наведено на рис. 2.

Як видно з наведеного рисунку, критична вологість маси, за якої припиняється усадка зразків, становить 14 %. Виходячи з цього значення, коефіцієнт чутливості глини до сушки за А. Ф. Чижським становить 0,68, що відносить дану сировину до категорії малочутливих до сушки.

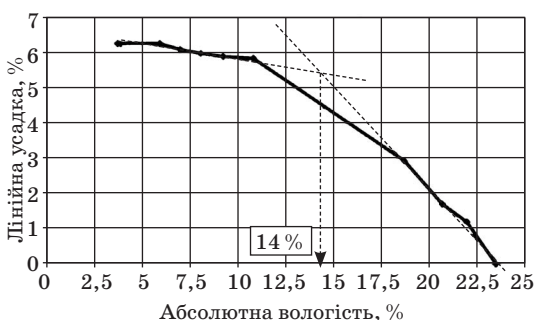


Рис. 2. Динаміка змінювання усадки зразків від вологості

Вогнетривкість сировини визначали розрахунковим методом за формулою М. А. Безбородова, прийнятою до використання в технології вогнетривів. Виходячи з хімічного складу глини (табл. 1), її розрахункова вогнетривкість становить 1100 °С.

Для визначення характеристик спікання та оцінки зовнішнього вигляду зразків проводили їх випал у муфельній печі в інтервалі температур від 950 до 1200 °С через кожні 50 °С. Зовнішній вигляд зразків, отриманих після випалу в означеному інтервалі температур, показано на рис. 3.

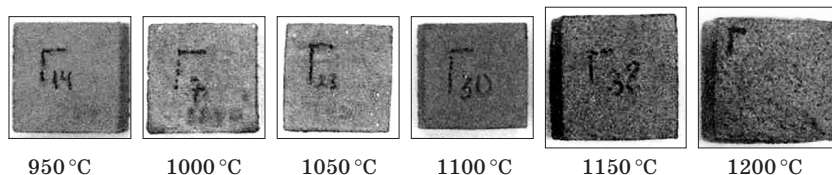


Рис. 3. Зовнішній вигляд продуктів випалу глини

Колір випалених зразків з підвищенням температури випалу змінюється від світло-теракотового до темно-брунатного. Високотемпературний зразок (1150 °С) має усі ознаки перепаалу — спучування та характерний блиск.

Температура спікання глини становить 1100 °С, а інтервал спікання — 110 °С. Слід зазначити, що інтервал спікання може бути трохи більшим, враховуючи те, що за температури 1100 °С зразки ще не мали явних ознак перепаалу, а отже, цю температуру не можна вважати температурою початку перепаалу. У той же час, враховуючи, що за температури 1150 °С зразки вже мали усі ознаки перепаалу, інтервал спікання може бути розширений, але не набагато — судячи по термічній поведінці глини, приблизно на 10—15 °С.

Границя міцності при стисненні зразків розглядалася у взаємозв'язку з температурою їх випалу. Границя міцності на згин була визначена для зразків, випалених за 950 °С, і становила 16 МПа. Результати випробувань зразків на границю міцності при стисненні наведено на рис. 4.

Механічна міцність зразків з глинистої сировини після випалу закономірно зростає при підвищенні температури термічної обробки. Низьке значення границі міцності при стисненні для



Рис. 4. Границя міцності при стисненні продуктів випалу глини

високотемпературного зразка пояснюється тим, що для цього зразка вже почали проявлятися ознаки деформації. Загалом слід відзначити, що зразки характеризуються непоганим рівнем показників міцності, починаючи від температури випалу 1050 °С. Границя міцності при стисненні зразків, отриманих в інтервалі температур 1050—1150 °С, дозволяє прогнозувати марку виробів за механічною міцністю М 150. Цей рівень є достатнім для лицьової цегли.

Дослідження зразків, випалених за різних температур, на морозостійкість проводилося шляхом їх циклічного заморожування за температури -18 °С і відтаювання у проточній воді. Встановлено, що усі без виключення зразки витримали понад

50 циклів заморожування без появи тріщин та розривів, після чого для низькотемпературних зразків випробовування було зупинено. Виходячи з цих результатів, можна вважати, що керамічні матеріали, які отримано з даної глинистої сировини, будуть достатньо довговічними.

Висновки

Таким чином, за результатами вивчення властивостей дослідної сировини встановлено, що вона являє собою глинистий суглинок, який відноситься до напівкислої глинистої сировини з середнім вмістом крупнозернистих включень. За мінеральним складом порода є полімінеральною сировиною, глиниста частина якої складається з гідрослюда, хлориту, каолініту та монтморилоніту, при цьому гідрослюда міститься у порівняно меншій кількості.

За результатами вивчення довипалювальних властивостей глинистої сировини встановлено, що вона є пластичною і має помірну міцність у висушеному стані, а також характеризується стандартною повітряною усадкою і є малочутливою до сушки. Продукти випалу глини характеризуються високою морозостійкістю (понад 50 циклів).

За основними класифікаційними ознаками (мінеральний склад, вміст Al_2O_3 і Fe_2O_3 , вміст крупнозернистих включень, вогнетривкість і ступінь спікання) дослідна глина може бути використана в технології керамічних стінових матеріалів.

Бібліографічний список

1. *Августинник А. И.* Керамика / А. И. Августинник. — М. : Стройиздат, 1975. — 592 с.
2. *Сулименко Л. М.* Общая технология силикатов: учеб. пособие / Л. М. Сулименко, И. Н. Тихомирова. — М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2007. — 252 с.
3. *Мороз И. И.* Совершенствование производства фарфоро-фаянсовых изделий / И. И. Мороз. — К. : Техника, 1988. — 272 с.
4. *Французова И. Г.* Общая технология фарфоро-фаянсового производства / И. Г. Французова. — М. : Вышп. шк., 1986. — 151 с.
5. Хімічна технологія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів у прикладах і задачах: Ч. 1: Технологічні розрахунки в хімічних технологіях тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів / Л. Л. Брагіна, А. М. Корогодська, О. Я. Пітак та ін. ; за ред. М. І. Рищенка. — Х. : НТУ «ХП», 2012. — 332 с.
6. Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали / П. В. Захарченко, Е. М. Долгий, Ю. О. Галаган та ін. — К. : КНУБА, 2005. — 512 с.
7. *Гузман И. Я.* Химическая технология керамики / И. Я. Гузман, В. В. Балкевич, А. В. Белякова и др. — М. : ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. — 496 с.
8. *Крупа А. А.* Химическая технология керамических материалов / А. А. Крупа, В. С. Городов. — К. : Вища шк., 1990. — 399 с.

Рецензент к. г. н. Привалова Н. Г.