

Луценко Д.О., студент 3-го курсу, гр. РР-52

Науковий керівник: І.А. Піскун, асистент

Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.  
Державний університет «Житомирська політехніка»ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СЕПАРАЦІЇ ПРИ  
ЗБАГАЧЕННІ ПОЛЬОВОШПАТОВОЇ СИРОВИНИ

Польовий шпат (алюмосилікатний мінерал) є одним із найважливіших компонентів у численних галузях промисловості, таких як склокераміка, виробництво порцеляни, емалей, санітарної кераміки та вогнетривів. Останнім часом вимоги до якості цієї сировини стають дедалі жорсткішими. Зокрема, особлива увага приділяється зниженню вмісту оксидів заліза ( $Fe_2O_3$ ), які погіршують білизну та механічні властивості готових виробів. Допустимий рівень  $Fe_2O_3$  для високоякісної кераміки не повинен перевищувати 0,3%, оскільки кожне перевищення цього показника на 0,1% знижує білизну продукції на 3%.

Зважаючи на складність виробів, при виробництві яких використовується польовий шпат, до нього висувається ряд спеціальних вимог, які визначають та в строго зазначеному діапазоні регулюють його хімічний склад, фізичні властивості, мінералогічний склад, тощо. Зокрема, для кераміки потрібна сировина із мінімальною кількістю домішок  $Fe_2O_3$  (<0,15%). У скляній промисловості важлива відсутність барвників та висока прозорість матеріалу. Металургія вимагає матеріалів із високою флюсовою здатністю.

Отже, поглиблення досліджень у сфері збагачення польового шпату є вкрай актуальним завданням, оскільки сучасні технології та потреби промисловості вимагають високоякісної сировини. Подальший розвиток технологій дозволить ефективніше використовувати природні ресурси та забезпечити сталий розвиток керамічної промисловості.

Україна відноситься до найперспективніших країн світу з точки зору видобутку польовошпатової сировини із загальними запасами близько 16,5 млн. т, але на сьогодні серед врахованих Державним балансом з одинадцяти родовищ розробляється лише шість. Станом на 01 січня 2024 року сумарний видобуток сировини на цих родовищах (Житомирська, Закарпатська, Хмельницька області) становив лише 486 тис. т (3 %).

Тому існує дефіцит вітчизняної польовошпатової сировини, яка для подолання дефіциту завозиться з країн ближнього зарубіжжя в кількості близько 100 тис.т щорічно, що робить актуальною задачу імпортозаміщення в цій галузі.

На вітчизняному ринку польовошпатової сировини найбільш відомим є Дочірнє підприємство «Шпат» холдингу «Агромат» (Житомирська область), яке видобуває і переробляє кварц-польовошпатову сировину з родовища «Гірне». В напрямку переробки кварц-польовошпатової сировини підприємство працює за ТУ У08.9-24705521-001:2013 і виробляє пегматити для тонкої кераміки (марки ПТ), санітарно-технічних виробів, облицювальної плитки (марки ПБ), будівельної кераміки (марки ПВ) і працює над розширенням асортиментного ряду цих мінеральних продуктів (табл. 1). Для кварц-польовошпатових порід внаслідок їх різного генезису характерна мінливість хіміко-мінерального складу зі значними коливаннями вмісту кварцу, що відбивається на технологічних властивостях порід і потребує їх вивчення у прив'язці до конкретної керамічної технології.

Таблиця 1

Якісна характеристика кварц-польовошпатової сировини отриманої за умов ДП «Шпат» відповідно до ТУ У08.9-24705521-001:2013

Характеристики		Марка ПТ	Марка ПБ-0.5	Марка ПБ-0,8	Марка ПВ
Хімічний склад	$SiO_2$	75% не більше	77% не більше	78% не більше	80% не більше
	$Al_2O_3$	14%	13,5%	13,0%	12,0%
	$Fe_2O_3$	0,35% не більше	0,5% не більше	0,8% не більше	Не нормується
	$K_2O$	4,0%	4,0%	4,0%	3,50%
	$K_2O+Na_2O$	8,0% не менше	7,5% не менше	7,0% не менше	6,5% не менше
Технологічні властивості	доля вологи	6,0% не більше	8,0% не більше	8,0% не більше	10,0% не більше
	ППП(втрати при прожаренні)	0,45%; не більше	0,55% не більше	0,65% не більше	1,5% не більше
Фракційний склад		мілкодроблений 0-1,25 мм.	мілкодроблений 0-6,0 мм.	мілкодроблений 0-6,0 мм.	0-10 мм

Родовище «Гірне», що має ділянки «Гірне» та «Вільха», утворене біотит-плагіоклазовим гнейсом, який виконує роль вміщуючої породи, пегматитом, що представляє корисну копалину, і гранітами, які у більшості теж є корисною копалиною. Біля поверхні, під дією зовнішніх руйнуючих агентів, кристалічні породи суттєво змінені і перетворюються в кору вивітрювання. Всі ці геологічні утворення перекриваються суцільним малопотужним покривом глинисто-піщаних відкладів четвертинного віку.

Відпрацювання ділянки «Вільха» родовища «Гірне» здійснюється відкритим способом із застосуванням екскаваторів та самоскидів. Видобута сировина транспортується до пункту первинної переробки. При цьому видобута гірнична маса містить кварц, польовий шпат, слюду та залізовмісні домішки.

Підготовка гірничої маси до збагачення розпочинається з першої стадії дроблення, в процесі якої, сировина дробиться за допомогою шоквої дробарки до фракції 200-300 мм, що дозволяє забезпечити рівномірні розміри частинок на наступних стадіях. Наступним кроком технологічної схеми підготовки гірничої маси є друга та третя стадії дроблення, які виконуються конусною та відцентровою дробарками відповідно.

Після дроблення сировина подається на грохочення, за результатами якого відокремлюється фракція 10-20 мм, яка надходить на наступні етапи переробки, а великі частки направляються на повторне дроблення (закрита схема дроблення).

Власне збагачення розпочинається з надтонкого дроблення матеріалу за допомогою відцентрової дробарки, в наслідок чого одержують фракцію 1-3 мм, яка направляється на сепарацію. Зменшення розміру частинок до фракції 1-3 дозволяє збільшити площу контакту з магнітним полем, підвищуючи ефективність видалення домішок.

Процес магнітної сепарації виконується за допомогою магнітного сепаратора високої індукції (0,8-1,2 Тл). Основні етапи даного процесу включають: розподіл, під час якого матеріал проходить через магнітні барабани, які відокремлюють залізовмісні домішки; вторинну сепарацію, призначену для очищення матеріалу шляхом контрольної сепарації для видалення залишкових домішок; класифікацію, результатом якої є сортування очищеного продукту за якістю та розміром.

Після сепарації продукт збагачення обов'язково аналізується на вміст  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$  та інших компонентів, після чого відбувається сертифікація продукції та її транспортування споживачу. Основними робочими параметрами даного процесу є: продуктивність до 150-200 т/год; рівень індукції до 1,2 Тл; чистота кінцевого продукту, яка забезпечується на рівні до 95%; енергомісткість близько 200-250 кВт·год/т.

Не дивлячись на відносну технологічну простоту технології електромагнітної сепарації, раціональне її використання потребує точного налагодження ряду технологічних показників. Зокрема, магнітна індукція визначатиме силу магнітного поля, яке впливає на матеріал. Для збагачення польового шпату оптимальний рівень індукції знаходиться у межах 0,8–1,2 Тл, при цьому, занадто низький рівень індукції не забезпечить повного видалення залізовмісних домішок, тоді як надмірна індукція може спричинити зчеплення небажаних частинок між собою, знижуючи якість продукту.

Розмір частинок збагачуваного матеріалу повинен бути однорідним і знаходитися у межах 0,1–3 мм. Надмірно дрібні частинки можуть бути втягнуті у потоки повітря або пиловловлюючі системи, знижуючи ефективність. Великі частинки, своєю чергою, можуть не проходити через магнітне поле належним чином.

Матеріал має бути добре висушеним (оптимальний рівень вологості – до 2%). Вологий матеріал схильний до злипання, що ускладнює розділення частинок та може знижувати продуктивність обладнання. При цьому існують обмеження і стосовно його температури, так як значення температури також впливає на магнітні властивості домішок. Оптимальна температура середовища для роботи магнітного сепаратора становить від +10 до +30 °С. Не менш важливою є рівномірна швидкість подачі сировини на магнітний сепаратор, оскільки перевантаження може спричинити зниження ефективності, тоді як недостатня подача зменшує продуктивність процесу.

Окрім того, процес електромагнітної сепарації залежить від вмісту домішок, таких як  $Fe_2O_3$  або кварцу, та їх структури. Чим нижчий вміст домішок і чіткіше їх розмежування, тим вищою буде ефективність.

Як наслідок, розглянутий метод електромагнітної сепарації, застосовуваний за умов ДП «Шпат», забезпечує високу ефективність та якість кінцевого продукту. Основними перевагами даного методу є ефективне видалення залізовмісних домішок, можливість обробки великих обсягів сировини та високий ступінь автоматизації процесів. До недоліків може бути віднесено залежність якості кінцевого продукту від ряду фізико-механічних властивостей вхідної сировини (гранулометричний склад, вологість, температура та ін.) та порівняно високі витрати на енергію.

#### Список використаних джерел:

1. Піскун, І. А., Котенко, В. В. (2021). Дослідження перспектив використання первинного каоліну Йосипівського родовища у керамічній промисловості. Всеукраїнська науково-практична on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених, присвячена Дню науки (Т. 1, № 1). Житомир.
2. Піскун, І. А. (2021). Дослідження якісних характеристик каолінових родовищ на прикладі Йосипівського родовища. X Науково-практична конференція «Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання» (Т. 1, № 1). Житомир.
3. Олійник, Т. А. (2016). Особливості технологій переробки каолінової сировини України. Збагачення корисних копалин. Вип. 63 (104).
4. Михайлов, В. А., Курило, М. М. (2010) Мінерально-сировинна база флюсової сировини України. Київ. Ніка-Центр. 198 с.