

**О.І. НАЗИМКО**, докт. техн. наук,  
**Т.О. ЛАЗАРЄВА**, маг.  
(Україна, Донецьк, Донецький національний технічний університет),  
**А.М. ЛАЗАРЄВ**, інж.  
(Україна, Докучаєвськ, ПК ТОВ «ВІДІС»)

## **КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВАПНЯКІВ ОЛЕНІВСЬКОГО РОДОВИЩА**

*Проблема і її зв'язок з науковими і практичними задачами.* Вичерпання мінеральних ресурсів надає особливу актуальність вирішенню проблеми раціонального використання запасів сировини, застосуванню техніки та технології, які дозволяють більш ефективно переробляти корисні копалини при дотриманні норм та вимог якості продукції. Особливістю гірського масиву вапняків є присутність глиняних тіл. Така структура родовищ при проведенні гірничих робіт обумовлює значні втрати запасів та неефективне використання надр. Пошук шляхів вирішення цієї проблемної ситуації є актуальною задачею та потребує дослідження технології підготовки вапняків.

*Аналіз досліджень та публікацій.* На багатьох підприємствах по переробці вапняків досить велика частина мінеральної сировини після збагачення не використовується й вимагає витрат на її складування. Зазвичай це відходи у вигляді дрібняку і шматків негабаритів. Некондиційний дрібняк може бути використаний як сировина для виробництва карбиду кальцію, ацетилену, добрив. Негабарити у багатьох випадках представлені найміцнішим і багатим за вмістом  $\text{CaCO}_3$  (до 97%) вапняком. Щебінь з такого вапняку придатний для одержання гашеного вапна та вапняного молока для виробництва цукру, при цьому витрати необхідні лише на розбивання негабаритів [1].

Попутним продуктом дроблення карбонатних порід являються відсів, які вважаються відходами і практично не використовуються. При переробці вапняків на дробильно-збагачувальній фабриці №1 ВАТ «Докучаєвський ФДК» утворився відвал з фракціями крупності 0-40мм, що є не складом відходів, а складом сировини, яка потребує розділення на фракції для задоволення потреб промисловості. У зв'язку з цим питання переробки відвала стає особливо актуальним.

Трудність переробки відсіву дроблення на традиційних грохотах виникає як в поточному виробництві, так і при просіюванні матеріалу відвалів. У першому випадку просіювання на тонких ситах приводить до їх швидкого забивання, у другому - виникають додаткові труднощі із-за вологості матеріалу. При цьому вже при 2-3% вологості відбувається заростання сита.

Переробка негабаритів і відходів грохочення щебеню знижує втрати корисної копалини, зменшує зайняті відвалами землі, витрати на їх складування, збільшує виробничу потужність підприємства по переробці при незмінній здобичі гірської маси. Відсів карбонатних порід в середньому по галузі доходить до 40% від переробленої гірської маси.

Необхідно оптимізувати технологічні схеми переробки вапняків, що забезпечить більш повне і комплексне використання здобутої корисної копалини та зниження збитку доквіллю.

**Постановка задачі.** Метою даної роботи є огляд відомих технологій переобки вапняків та вибір найбільш раціональної.

**Викладення матеріалу та результати.** До властивостей, які мають істотний вплив на розробку, збагачення і використання карбонатної сировини, відносяться забарвлення, механічна міцність, стирання та об'ємна вага.

Залежно від вимог промисловості карбонатна сировина ділиться на вапняки, доломітизовані вапняки і доломіт. До вапняків відносяться породи, що полягають, в основному, з кальциту (вміст MgO не перебільшує 5%); до доломітизованих вапняків – вапняки із вмістом MgO 5-17%; до доломіту – карбонатні породи із вмістом MgO не менше 17% [2].

У Донецькій області на Україні знаходиться найбільше в Європі Оленівське родовище вапняку і доломіту. Вапняки відрізняються за кольором, межею міцності при стискуванні (від одиниць у черепашників до 2500-3000 кг/см<sup>2</sup> у кристалічних різновидів), зчепленням, а також за об'ємною вагою. Вона складає для вапняків 1,5-2,9 т/м<sup>3</sup> залежно від кількості і складу домішок та виду вапняку. Вапняки Оленівського родовища мають цей показник в середньому 2,52 т/м<sup>3</sup>, об'ємна вага консолидованих відходів виробництва вапняків знаходиться в інтервалі 2,04-2,15 т/м<sup>3</sup>.

Відходи виробництва вапняків є сумішшю переподрібнених вапняків фракцією 0-15мм з піщано-глинистим матеріалом. Консолидовані відходи виробництва містять значно більше глинистих домішок (понад 20%) та вкриті глинистою оболонкою. Домішки глинистих мінералів у вапняках небажані як у металургійній, так і в будівельній промисловостях.

При первинній переробці гірської маси виникають проблеми, пов'язані зі зниженням втрат корисної копалини на всіх стадіях технологічного процесу. Джерела цих проблем: мало ефективна технологія переробки сировини; дефіцит інформації про новітні технології та устаткування переробки вапняків

При переробці відходів виробництва вапняків флюсів необхідно розділити суміш переподрібнених вапняків і піщано-глинястого матеріалу. Для цього користуються кількома способами. Одним з методів є руйнування глини у водному середовищі різними механічними пристроями. Промивальні машини удосконалюються, що забезпечує високі техніко-економічні показники процесу промивання. Поряд із вдосконаленням промивальних машин відомих типів, іде пошук принципово нових способів диспергації глини. До них відносяться такі, як електрогідрравлічний ефект, вплив ультразвукових і акустичних коливань тощо.

Суть електрогідрравлічного ефекту полягає у впливі на матеріал, що промивається, інтенсивних ударних хвиль, які отримують за рахунок іскрових розрядів усередині рідини. Гідрравлічні ударні хвилі великої інтенсивності отримують в результаті розряду конденсатора високої напруги в зазорі між двома зануреними у воду електродами. Конденсатор накопичує енергію біля декількох тисяч Дж, а розряд, який відбувається за короткий час (мікросекунди), дає потужність порядку декількох тисяч МВт. При цьому в

струмопровідному каналі щільність струму досягає  $10^6$  А/см<sup>3</sup>, що приводить до утворення плазми з високим коефіцієнтом розширення. В результаті утворюється ударна хвиля з дуже крутим переднім фронтом. Зміною параметрів розрядного контуру можна збільшити час виділення енергії при розряді; при цьому руйнівна здатність ударної хвилі зменшується. Таким чином можна регулювати її дію.

Дія ультразвуку на матеріали, у тому числі й на глину, розхитує їх структуру, розриває зв'язки і тим самим знижує міцність. Для диспергації глини цей спосіб придатний лише в тому випадку, якщо обробляються дрібні включення. Якщо глина має вигляд пласта на нерухомій поверхні, наприклад на дні робочої ванни промивальної машини, ультразвукова дія не досягає позитивного ефекту. Тому були проведені дослідження по промиванню глин комбінованим ультравіброзвуковим способом.

Як показали дослідження, в результаті використання лише низькочастотних вібрацій повне видалення глинистих домішок спостерігається протягом 2,5-3 хв. Додатковий вплив ультразвуком скоротив процес диспергації глини до 1 хв. Для інтенсифікації процесу було запропоновано використання акустичних коливань. Досліди проводилися на щебені, забрудненому глиною з числом пластичності 16. Отримані результати показали необхідність подальшого вдосконалення даного способу [3].

Ще одним з відомих способів дії на глину є електрофорез. При диспергації матеріалу способом електрофорезу необхідно в процесі промивання безперервно подавати свіжу воду з можливо малим вмістом іонів яких-небудь електролітів. При великому вмісті електролітів у воді спостерігається зайва витрата енергії з одночасним погіршенням процесу промивання [4].

У ряді випадків на дробильно-сортувальних фабриках промивання не може бути включено в технологічну схему через нестачу води. Крім того, на деяких кар'єрах через специфіку самого родовища або проведення гірських робіт гірська маса, що поступає на переробку, виявляється засміченою великою кількістю крупнокускової глини. Тому промивання такого матеріалу не може забезпечити достатньої дезинтеграції крупнокускової глини. Звідси виникає необхідність в створенні апаратів і пристроїв, які дозволяли б видаляти глину з гірської маси сухим способом.

Сухі способи виділення глини ґрунтовані на різних фізичних властивостях щебеню і глинистих включень. Для сухого видалення глини з щебеню існують способи, засновані на: 1) різниці в пружних властивостях щебеню і глини; 2) відмінності коефіцієнтів тертя в щебеню і глини; 3) принципі наколювання глини.

В основу першого способу покладена пропозиція американського інженера Д. Пірса по розділенню каменя по міцності із застосуванням похилої металевої плити, що є основним робочим органом. Плита нерухома і встановлена під кутом  $22^{\circ}5'$  до горизонту. Із завантажувального бункера матеріал моношарово падає на цю плиту. Ударяючись об плиту шматки

глини і слабкі різниці щебеню, що мають малий модуль пружності, падають у відсік бункера, розташований під плитою. Міцний щебінь відскакує від плити на далеку відстань і потрапляє у відсік бункера для міцного продукту. До недоліків способу відноситься мала продуктивність, оскільки у великому потоці матеріалу неминучі зіткнення каменів, що різко знижує ефективність розділення. Не менш істотним недоліком є налипання глини на поверхню плити, що взагалі веде до припинення процесу розділення.

Для усунення залипання поверхні плити глиною інститутом ВНДІНеруд була створена нова конструкція апарату — плитковий сепаратор. Відмінністю конструкції від плити є наявність вібратора, який надає підпружиненій відбивній плиті коливання, що очищають поверхню плити від глини. Випробуваннями було встановлено, що якість розділення матеріалу на віброуючій плиті вища, ніж на нерухомій.

Для зменшення габаритів апарату і підвищення ефекту сепарації була запропонована конструкція сепаратора, в якому рух матеріалу забезпечується відцентровими силами, а не гравітаційними. Відмітними ознаками цього апарату є наявність кільцевої відбійної плити і швидкохідного дискового живильника. Під дією відцентрової сили матеріал, що знаходиться на диску, отримує радіальний рух до периферії. Ударяючись об плиту, слабкі і міцні різниці каменя відскакують від неї на різні відстані. Міцні шматки падають в центральний відсік, слабкі ж різниці, у тому числі й глина, збираються у відсіку для слабких шматків [5].

На відміну від попереднього сепаратора, в іншій конструкції відбійній кільцевій плиті надається обертальний рух і одночасно коливання у вертикальному напрямі. Ударяючись о поверхню плити, пружні зерна відбиваються від неї і падають в центральний бункер. Шматки ж глини під впливом сил гравітації і вібрацій ковзають вниз по відбійній плиті і далі відцентровою силою видаляються через вікна в цій плиті [6]. Результати дослідів показали, що ефективність відділення глини на даному сепараторі дуже висока. Проте конструкція цього сепаратора вельми складна і вимагає вдосконалення для впровадження її в промисловому масштабі.

Спосіб сепарації різноміцного матеріалу комплексно по пружності і тертю розроблений М.К. Тімченко. В барабанному сепараторі металевий барабан рівномірно обертається з кутовою швидкістю  $\omega$ . Зерно падає на барабан з певною швидкістю та в наслідок зіткнення з барабаном відскакує від нього з іншою швидкістю, що складається зі швидкості віддзеркалення і дотичної, яка виникає внаслідок тертя зерна о поверхню барабану. При відповідному куті міцні зерна, що мають великий модуль пружності, відскакують від барабана під одним кутом і падають зліва від барабану. Слабкі зерна, що мають менший модуль пружності, захоплюються обертанням барабана та відскакують під іншим кутом і падають справа.

На основі цього способу інститутом ДорНДІ був створений двохбарабанный механічний сепаратор ДБК-20. Основним недоліком сепаратора є його громіздкість при відносно низькій продуктивності [4].

Метод розділення по пластичності застосовується для відділення комової глини від гравію і щебеню, гірська маса яких характеризується значним вмістом глинястих домішок. Принцип розділення заснований на наколюванні грудок глини на гострих голках розділового органу при відскоку міцних зерен. Випробування даного глиновиділювача показали, що у відходи відходить 85% глини при витягу гравію в концентрат 80-90 % [7].

Якщо мінерали мають контрастні фізико-механічні властивості, то можна використати виборче дроблення або подрібнення [8]. Перевага методу полягає в тому, що без значних додаткових експлуатаційних капітальних витрат шляхом послідовного виведення частини дрібних фракцій, що містять слабкі різниці, у відходи або відсів вдається досягти поліпшення якості щебеню.

Вибірковість дроблення залежить від властивостей гірської породи, а також від міри подрібнення матеріалів і конструкції дробарок. Найбільшою виборчою здатністю відрізняються дробарки ударної дії (молоткові, роторні). Для підвищення вибірковості дроблення застосовують дезинтегратори, барабанні дробарки тощо. Вибірковість процесу подрібнення різномісних компонентів кам'яного матеріалу дробаркою оцінюється коефіцієнтом вибірковості  $I_i$ :

$$I_i = i_{сл} / i_m, \quad (1)$$

де  $i_{сл}$ ,  $i_m$  – міра дроблення відповідно слабких і міцних компонентів.

При  $I_i > 1$  процес дроблення є виборчим, оскільки слабкий компонент різномісного кам'яного матеріалу дробиться інтенсивніше.

Ефективність роботи  $E$  дробильно-сортувального вузла по збагаченню різномісних кам'яних матеріалів визначають як:

$$E = E_{сл} - E_m, \quad (2)$$

де  $E_{сл}$ ,  $E_m$  – міра подрібнення відповідно слабкого і міцного компонентів у фракції, що підлягає виводу з процесу.

В більшості випадків вищому коефіцієнту вибірковості дроблення  $I_i$  відповідає вище значення показника ефективності збагачення  $E$ . Основним недоліком способу виборчого дроблення є те, що разом із слабкими різницями у відходи і відсів виводиться й частина міцного матеріалу [9].

В результаті огляду способів відділення глинястих домішок визначена недоцільність вживання існуючих технологій при переробці відходів виробництва вапняків Оленівського родовища, що складені у відвал, який переробляє ВК ТОВ «ВІДІС». При цьому встановлене, що гідравлічні способи у м. Докучаєвську неможливі з-за нестачі водних джерел; відсутності земельних ресурсів для влаштування відстійників; відсутності ринку збуту на видалений глинистий шлам, у зв'язку з чим виникає необхідність влаштування відвалів глинистих матеріалів і виділення землі під

ці відвали. Вживання води при збагаченні погіршує властивості матеріалу тому, що знижуються міцність і морозостійкість карбонатного щебеня.

Збагачення нерудних будівельних матеріалів сухими методами простіше і дешевше за промивання чи гидрокласифікацію. Але сухі способи також не можуть бути використаними в зв'язку з тим, що відвал складається з окремих шматків вапняків, які покриті глинястою оболонкою та їх конгломерати, шматки чистої глини відсутні. Для руйнування конгломератів ефективним є виборче дроблення із застосуванням дробарок ударної дії. Проте, серійні роторні дробарки призначені для руйнування міцних гірничих порід, тобто самого вапняку, а не його конгломератів з пісчано-глинястими домішками. Таким чином, принцип дії роторних дробарок можливий для застосування, але конструкцію та режим роботи необхідно модифікувати під умови перероблюваної сировини. Тому ПК ТОВ «ВІДІС» розроблена та впроваджена роторна металеві машина ММ-1 для виборчого дроблення конгломератів, часткового видалення глинястої оболонки, що покриває кожен шматок вапняку.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Таким чином, виконаний огляд привів до необхідності впровадження оригінальної конструкції металеві машини, роботу котрої слід випробувати в різних режимах в ході подальших досліджень.

#### Список літератури

1. Проблемы добычи, переработки и использования минерального сырья в промышленности строительных материалов. Сборник докладов. – М., 1996. – 187 с.
2. **В.В. Пономарев.** Известняки. – Докучаевск.: «Докучаевский флюсо-доломитный комбинат», 2005. – 219 с.
3. Справочник по оборудованию предприятий нерудных материалов / Ляшенко В.Г. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Будівельник, 1992. – 120 с.
4. **В.В. Троицкий, В.В. Олюнин, М.Г. Михальченко.** Промывка нерудных строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1992. – 167 с.
5. Горная энциклопедия. [Электронный ресурс] — режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/i/izvestnyak/>
6. **Дроздов Н.Е., Гальперин М.И.** Механическое оборудование предприятий нерудной промышленности: Учебник для строительных вузов. – М.: Высшая школа, 1995. – 348 с.
7. **Олюнин В.В.** Переработка нерудных строительных материалов. – М.: Недра, 1998. – 232 с.
8. **Абрамов А.А.** Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: Учебник для вузов. В 3 т. – 2-е изд. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – Т. I. Обогащительные процессы и аппараты. – 470 с.
9. Справочник по добыче и переработке нерудных строительных материалов. Под ред. В.Я. Валюжинича. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1995. – 576 с.