

С.В. Кальчук, аспір.
Житомирський інженерно-технологічний інститут

ВИЗНАЧЕННЯ ПОДАЛЬШИХ НАПРЯМКІВ ДОСЛІДЖЕННЯ З УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ВАПНЯКІВ З КОМПЛЕКСНИМ ВИКОРИСТАННЯМ

(Представлено д.т.н., проф. М.Т. Бакка)

Розглянуто чинники, що впливають на технологію видобування та переробки карбонатних порід. Визначено напрями досліджень та удосконалень технології переробки вапняків на ДСЗ. Наведено основні шляхи комплексного використання вапняків.

Загальною проблемою розробки родовищ карбонатних порід є невисокий рівень виходу готової продукції (до 45–60 %), а як наслідок – недоосвоєність родовищ, велика кількість відходів, що потребують утилізації у відвалах, під розміщення яких потрібне виділення значної кількості земельних територій. Вирішенням цієї проблеми присвячені чисельні дослідження В.П. Бея, П.О. Терещенко та інших вчених [1, 4]. З ряду досліджень, що проводилися з метою виявлення шляхів та резервів з підвищення ефективності видобування та переробки вапняків, слід виділити такі напрями:

- 1) Розробка технології селективного виймання карбонатних порід з комплексним використанням видобутої гірської маси.
- 2) Розробка технології та технічних засобів з підвищення ефективності переробки гірської маси на ДСЗ.
- 3) Розробка методики вивчення відвалів некондиційних карбонатних порід з метою визначення придатності сировини при використанні в суміжних галузях народного господарства.
- 4) Дослідження нових шляхів використання карбонатної сировини.

Дослідження технології селективного виймання карбонатних порід вказує на доцільність запровадження методу механічного рихлення тонких пластів з наступним роздільним вийманням.

Технологія ведення видобувних робіт на родовищах карбонатних порід полягає в наступному. При використанні буровибухового способу здійснюють підготовку масиву до виймання з наступним валовим видобуванням порід екскаваторами. Даний спосіб видобування застосовують на родовищах однорідних за своїм хімічним та фізико-механічним складом. На родовищах, вапняки яких мають неоднорідний склад, дана технологія не є ефективною. Тому для даних типів родовищ використовується селективна технологія виймання. Масив при такому способі розробки попередньо ослаблюється вибухом на струс, рихлення порід здійснюється механічними розрихлювачами типу Д-652АС. Кондиційні міцні породи відвантажуються екскаваторами (Е-2508, ЕКГ-4) в транспортні засоби та доставляються на дробильно-сортувальний вузол. Однак даний спосіб ведення виймальних робіт тонкими пластами можливий тільки при застосуванні ефективних методів оперативного контролю якості та експлуатаційної розвідки [1].

При вийманні тонкими пластами в комплексі з навісними тракторними розрихлювачами досить ефективним є використання одноковшових тракторних навантажувачів. Використання даної структури комплексної механізації на 20–30 % дешевше існуючої за мінімальних втрат на розубожуванні корисних копалин в тонких пластах.

Технологія вітчизняних дробильно-сортувальних заводів з виробництва щебеню з карбонатних порід характеризується прямою схемою. Середнє та дрібне подрібнення здійснюється в роторних дробарках, що відрізняються підвищеною вибірковістю. Якщо шоккові дробарки мають вибірковість дроблення 1,1–1,5, то роторні – 2,1–2,8.

Технологія полягає в розділенні фракцій порід перед першою стадією подрібнення, що дозволяє здійснити відокремлення низькоміцних фракцій та фракцій, що вміщують глинисті домішки.

Із зазначеного вище випливає, що технологія переробки неоднорідних за міцністю карбонатних порід (вапняків, доломітів) передбачає роздільну переробку “міцного” та “слабкого” потоків. Поділ на ці потоки здійснюють просіванням на колосникових грохотах перед першою стадією подрібнення. Надрешітний продукт перероблюють на міцний щебінь, а підрешітний – на менш міцний. Принципова схема переробки передбачає три-чотири стадії подрібнення у шоківих, роторних і рідше – конусних дробарках із замкненим циклом на останній стадії подрібнення, чотири-п’ять операцій просівання та промивання щебеню в коритних мийках.

Включення в технологію збагачення трьох стадій дроблення в роторних дробарках дозволяє переробляти гірську масу, що містить 20–22 % слабких відмінностей і одержувати щебінь фракцій 5–20 і 20–40 мм з вмістом слабких порід менше 10 %.

Аналіз технології закордонних дробильно-сортувальних заводів з переробки карбонатних гірських порід показав, що існують їх принципи відмінності від вітчизняних. На великих ДСЗ первинне

подрібнення здійснюють в конусних дробарках. На цих підприємствах здійснюється випуск широкого спектра вузьких за розмірами фракцій щебеню: 3,2–6,4; 6,4–9,5; 9,5–19,1; 19,1–25,4; 25,4–38,1; 38,1–50,8 мм, а також пісок фракцій: 0–1,6 мм, 1,6–3,2 мм.

На грохоченні встановлюють три- або чотириситні вібраційні та самобалансні грохоти (в США), в країнах Європи – резонансні грохоти. Суттєвим для технології збагачення як вітчизняної, так і закордонної, є включення в схему переробки проміжних складів, що дозволяють підвищити коефіцієнт використання обладнання з 0,76 до 0,88–0,90. За допомогою використання промскладу вдається здійснювати усереднення сировини. Також з метою автоматизації та скорочення затрат на транспортування гірської маси між технологічними ланками останнім часом все більшого застосування набуває вертикально-каскадна компоновка обладнання з використанням сил гравітації при передачі матеріалу з машини на машину. Суттєвий недолік даної компоновки – переподрібненість порід при такому способі транспортування. Також залишається не достатньо дослідженим питання використання проміжних складів з метою усереднення сировини. Відходи виробництва щебеню фракцій 0–20, 20–40 мм після просіювання можливо використовувати при змішуванні з основною гірською масою на проміжних складах. Таким чином, даний захід дозволяє вирішити проблему використання відходів не створюючи додаткової ланки з переробки некондиційних вапняків, а відтак – знизити затрати та капіталовкладення з вдосконалення існуючих технологій.

Слід зазначити, що в недостатній мірі дослідженою залишається проблема залежності номенклатури продукції, що випускається, від технології переробки. Очевидним є залежність необхідної номенклатури від комплексності використання сировини та відходів. Необхідним є дослідження та визначення таких показників номенклатури та якості продукції, при яких здійснюється безвідходна технологія видобування та переробки. Недоліками запропонованих технологій [5] є відсутність взаємозв'язків між технологіями комплексного використання сировини та відходів. Дослідження у цьому напрямку дозволять встановити оптимальні параметри роботи та типи збагачувального обладнання з максимальною ефективністю їх використання.

Концепція комплексного використання карбонатних порід передусім передбачає виявлення нових шляхів в застосуванні карбонатної сировини в галузях народного господарства. Головна проблема досліджень нових галузей використання карбонатних порід полягає у відсутності єдиної методики дослідження придатності сировини відповідно до поставлених вимог галузей. Дослідження, що проводилися, як правило, спрямовані на нові використання в будівельній галузі. Недослідженими залишаються проблеми використання карбонатних порід в гірничовидобувній галузі та в сільському господарстві. Таким чином вапнякове борошно може з успіхом використовуватися при нейтралізації кислої пульпи в гідромеханізації. Дослідження хімічного складу вапняків, що вміщують великий відсоток глинистих домішок, дозволять встановити наявність в них мікроелементів, придатних для використання в комбікормах для потреб тваринництва та птахівництва. Дослідження використання вапнякового борошна при мінеральному підживленні бідних на магній ґрунтів дозволить виявити можливість використання некондиційних доломітизованих вапняків для виробництва вапнякового борошна.

З існуючих на сьогоднішній день галузей використання вапняків слід зазначити такі (рис. 1): будівництво, сільське господарство, гірничодобувна промисловість, хімічна промисловість, харчова промисловість та інші.

У будівництві вапняк використовують для виготовлення щебеню будівельного та піску, вапна будівельного та відбілювального. Вимоги будівництва та промисловості будівельних матеріалів до якості вапна визначаються технічними умовами галузі.

Якість будівельного повітряного вапна визначається головним чином кількістю активних CaO та MgO: чим вищий вміст активних окислів, тим вища якість вапна.

Повітряне негашене вапно без домішок випускається трьох сортів: I, II та III. В повітряному кальцієвому негашеному вапні I сорту активних окислів CaO + MgO повинно бути не менше 90 %, II сорту – не менше 80 % та III сорту – не менше 70 %; в магнезійному та доломітовому вапні відповідно 85, 75 та 65 %.

Вапно кальцієве, магнезійне та доломітове негашене молоте з домішками випускається двох сортів. Вміст активних CaO + MgO повинен бути не менше: в кальцієвій I сорту – 65 %, II сорту – 55 %; в магнезійній та доломітовій I сорту – 60 %, II сорту – 50 %.

Повнота завершення процесу термічної дисоціації карбонатів характеризується вмістом у вапні CO₂. Вміст CO₂ в негашеному кальцієвому вапні повинно становити не більше: I сорту – 3 %, II сорту – 5 %, III сорту – 7 %; в магнезійному та доломітовому вапні відповідно 5,8 та 11 %.

Якість вапнякового тіста та його пластичність залежать від вмісту у вапні зерен, що не погасилися. В негашеному повітряному кальцієвому вапні вміст зерен, що не погасилися повинен бути такий: I сорт – 7 %, II сорт – 11 %, III сорт – 14 %; в магнезійному та доломітовому вапні відповідно 10, 12 та 20 %.

Негашене мелене вапно повинне мати визначену тонкість помелу, щоб залишок на ситі № 02 не

перевищував 1 %, а на ситі № 008 – 10 %.

За часом гасіння повітряне негашене вапно всіх сортів поділяється на швидкогасильне (не більше 8 хв.), середньогасильне (не більше 25 хв.) і повільногасильне (більше 25 хв.).

Гідратне повітряне вапно (пушонка) без домішок повинне містити активні $\text{CaO}+\text{MgO}$ не менше: зі Знаком якості – 70 %, I сорту – 67 % і II – 60 %; з добавками відповідно 50 і 40 %. Зміст вуглекислоти CO_2 в пушонці не більш: I сорту – 3 %, II – 5 %. Вологість пушонки повинна становити не більше: зі Знаком якості – 4 %, I і II – 5 %. Дисперсність гідратного вапна повинна бути такою, щоб залишок часток був не більшим: на ситі № 02 – 1,5 %, № 008 – 15 %.

Будівельне гідравлічне вапно поділяється на два види: слабкогідравлічне і сильно гідравлічне. Вміст активних $\text{CaO}+\text{MgO}$ при активному MgO – до 6 % у слабкогідравлічного вапна допускається в межах 40–65 %, у сильногідравлічного – від 5 до 40 %. Вміст вуглекислоти CO_2 повинен бути не більшим: у першій – 6 %, у другій – 5 %.

Тонкість помелу вапна повинна відповідати залишку часток не більших: на ситі № 02 – 1,5 %, № 008 – 15 %. Межа міцності при стиску зразків зі слабкогідравлічного вапна через 28 діб твердіння не менше 17 кгс/см^2 , сильногідравлічного вапна – не менше 50 кгс/см^2 .

Комове негашене вапно, застосовуване при конвертерному способі виплавки сталі (ТУ 14-1-123-71), поділяється на два сорти: I і II. Вміст активних $\text{CaO}+\text{MgO}$ у вапні повинен бути не менше: I сорту – 92 %, II сорту – 91 %; вміст MgO для обох сортів – 8 ± 3 %; вміст Si_2 – не більше: I сорту – 2 %, II сорту – 3 %; вміст S (сірки) – не більше: I сорту – 0,06 %, II сорту – 0,09 %; вміст P (фосфору) для обох сортів – не більше 0,1 %; вміст $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$ для обох сортів – не більше 2,8 %; залишкові втрати при відпалюванні вапна для обох сортів – 5 ± 2 %; час гасіння вапна для обох сортів – не більше 5 хв. Розмір шматків вапна повинен бути в межах 10–30 мм, при цьому вміст шматків з розмірами менше 10 мм не повинен перевищувати за масою 10 %.

До вмісту та властивостей вапна, що використовується в хімічній промисловості, висуваються різні специфічні вимоги, головними з яких є високий ступінь хімічної чистоти та максимальний вміст вільного окису кальцію.

Основні вимоги до вапна, що випускається цукровою промисловістю – високий вміст окису кальцію та його реакційна здатність при мінімальному вмісті домішок та зерен, що не погасилися.

Вапнякове борошно, що використовується в сільському господарстві для вапнування кислих ґрунтів повинне відповідати вимогам мінеральних добрив (табл. 1).

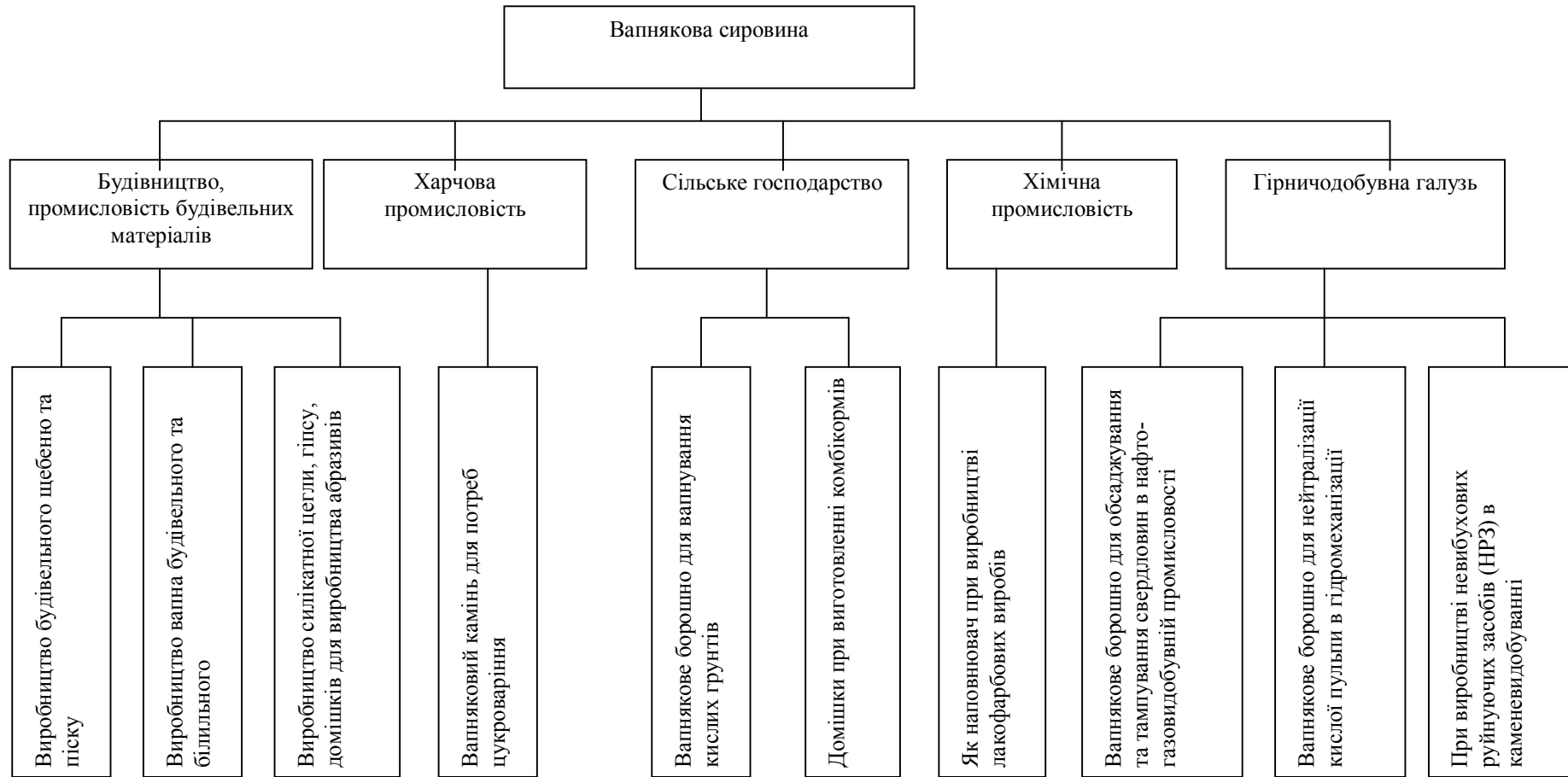


Рис. 1. Галузі комплексного використання вапнякової сировини

Характеристика основних видів вапнякових добрив

Вапнякове добриво	Вологість, %	Вміст, % (в сухій речовині)	
		СаО+MgO (в перерахунку на СаСО ₃)	домішки
Вапнякове борошно, ГОСТ 14050–68, клас I, з вапняків та доломітів	до 1,5	85–100	0–15 (глина, пісок)
Те ж, клас II, з крейди	до 4,0	85–100	0–15 (глина, пісок)
Вапнякова мука, ТУ 21–31–3–72, з м'яких та середніх за щільністю вапняків та доломітів	до 6,0	85–100	0–15 (глина, пісок)
Те ж, з відходів	до 15,0	85–100	0–15 (глина, пісок)

Слід зазначити, що на придатність вапняків при використанні їх як мінеральних добрив суттєво впливає вміст домішків глини або піскових часток, що знижує їх цінність.

Із зазначеного вище випливає необхідність розробки методики досліджень з вирішення проблем максимального використання кондиційної та некондиційної сировини при розробці родовищ карбонатних порід. Передусім, необхідним є дослідження з використання сировини відвалів з повторною переробкою в ланцюгах технологічної лінії при усередненні їх з основною масою гірських порід на проміжних складах. Дослідження у цьому напрямку дозволять встановити основні параметри роботи збагачувального обладнання та якості сировини, за яких можливим є створення безвідходної технології виробництва.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Бей В.П.* Технологические основы комплексного использования пород при разработке карбонатных месторождений: Дис...д.т.н., 1991. – 218 с.
2. *Монастырев А.В.* Производство извести. – М.: Высшая школа, 1978. – 213 с.
3. *Удайя Г.С.* Обоснование горнотехнических параметров карьера по добыче карбонатных пород с учетом требований промышленности к качеству сырья: Автореф. дис...к.т.н., 1990. – 18 с.
4. *Терещенко О.П.* Исследование технологии добычи и переработки карбонатных пород из отвалов с целью их комплексного использования: Автореф. дис...к.т.н., 1974.
5. *Швецов М.С.* Петрография осадочных пород. – М.: Гостеолиздат, 1958. – 415 с.
6. *Шлаин И.Б.* Разработка месторождений карбонатных пород. – М.: Недра, 1968. – 292 с.

КАЛЬЧУК Сергій Володимирович – аспірант кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- нерудні будівельні матеріали.

Подано 12.12.2001