

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ДРОБИЛЬНО-СОРТУВАЛЬНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ
ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ПРИ ВИДОБУВАННІ БЛОЧНОЇ СИРОВИНИ**

Актуальність. Видобування блочного каменю є однією з найважливіших галузей гірничодобувної промисловості України. Однак технологічні особливості отримання товарних блоків природного каменю призводять до утворення значних обсягів супутніх відходів. За статистичними даними, вихід товарних блоків становить лише 20-30% від загального обсягу видобутої гірської маси, тоді як 70-80% складається у відвали як некондиційна сировина.

Накопичення відходів видобутку призводить до ряду критичних проблем: вилучення значних земельних площ під відвали, погіршення екологічної ситуації в регіонах видобутку, втрати потенційно цінної мінеральної сировини та додаткові витрати на рекультивацію порушених земель. При середньому обсязі видобутку 100 000 м³ гірської маси на рік, кар'єр генерує 70-80 тисяч м³ відходів, що еквівалентно приблизно 180-200 тисячам тонн некондиційного каменю.

Водночас будівельна галузь відчуває постійну потребу у щебені різних фракцій, відсіві, бутовому камені та інших нерудних матеріалах. Переробка відходів блочного видобутку може повністю задовольнити цей попит, забезпечуючи комплексне використання родовищ та підвищуючи економічну ефективність гірничих підприємств.

Таблиця 1.

Структура і класифікація відходів блочного видобутку

Тип відходів	Частка, %	Характеристика	Потенціал використання
Розкривні породи	15-20	Ґрунти, вивітрілі породи	Рекультивація, підсипка
Некондиційні блоки	30-35	Тріщинуваті, з дефектами	Бутовий камінь, щебінь М800-М1200
Уламки та брили	25-30	Фрагменти 100-500 мм	Щебінь фракції 20-70 мм
Дрібні фракції	10-15	Фрагменти <100 мм	Відсів, пісок дроблений

Середній хімічний склад відходів гранітних кар'єрів України (на прикладі житомирських родовищ): SiO₂ – 68-72%, Al₂O₃ – 14-16%, Fe₂O₃ – 2-4%, CaO – 2-3%, що відповідає вимогам до високоякісного будівельного щебеню.

Енергоефективні технологічні рішення. Традиційні трьохстадійні схеми дроблення (щокоче → конусне → конусне) характеризуються високим енергоспоживанням 12-15 кВт·год/т. Впровадження сучасних енергоефективних рішень дозволяє знизити цей показник до 7-9 кВт·год/т.

Таблиця 2.

Порівняння схем дроблення

Схема	Стадії	Енергоспоживання, кВт·год/т	Вихід фракції 5-20 мм, %	Капітальні витрати
Традиційна	Щокоче + 2 конусні	12-15	45-50	Базові
Мобільний комплекс	Інтегрована система	7-9	50-55	-10%

Використання мобільних установок безпосередньо на місці накопичення відходів дозволяє зменшити витрати на транспортування на 40-60%, знизити загальне енергоспоживання на 25-35%, підвищити гнучкість виробництва та скоротити терміни окупності обладнання до 3-4 років.

Сучасні дробильні комплекси обладнуються частотними перетворювачами, що знижують пускові струми на 60% та загальне споживання на 15-20%, системами рекуперативного гальмування конвеєрів з поверненням до 10% енергії, а також інтелектуальними системами керування завантаженням обладнання.

Економічна ефективність. Впровадження енергоефективних комплексів забезпечує скорочення викидів CO₂ за рахунок зниження споживання електроенергії на 250 000 кВт·год, що еквівалентне скороченню викидів на 125 тонн CO₂ щорічно. Ліквідація відвалів дозволяє звільнити 3-5 га земель щорічно для продуктивного використання. Сучасні системи аспірації знижують викиди пилу на 85-90%, суттєво покращуючи якість повітря в зоні гірничих робіт. Переробка відходів забезпечує збереження природних ресурсів шляхом заміщення первинного видобутку щебеню з нових родовищ.

Таблиця 3

Розрахунок для типового кар'єру (50 000 т/рік переробки відходів):

Показник	Значення
Обсяг переробки відходів	50 000 т/рік
Вихід товарної продукції	47 000 т (94%)
Енергоспоживання (традиційна схема)	650 000 кВт·год/рік
Енергоспоживання (енергоефективна)	400 000 кВт·год/рік
Економія електроенергії	250 000 кВт·год/рік
Вартість електроенергії	4 грн/кВт·год
Економія коштів	1 000 000 грн/рік
Додатковий прибуток від реалізації	8 500 000 грн/рік
Капітальні інвестиції	15 000 000 грн
Термін окупності	1,8 року

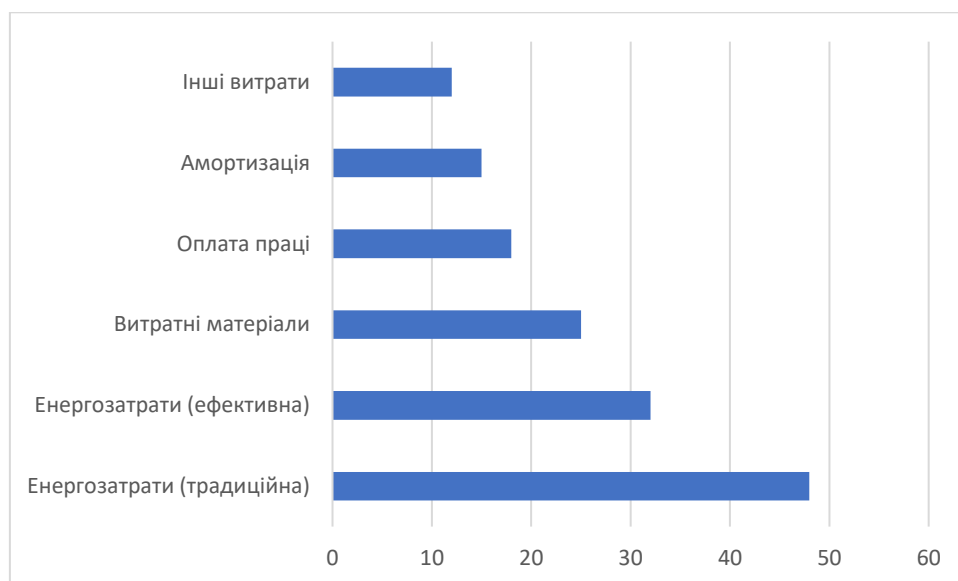


Рис. 1. Структура собівартості переробки (грн/т):

Екологічні переваги. Впровадження енергоефективних комплексів забезпечує скорочення викидів CO₂ за рахунок зниження споживання електроенергії на 250 000 кВт·год, що еквівалентне скороченню викидів на 125 тонн CO₂ щорічно. Ліквідація відвалів дозволяє звільнити 3-5 га земель щорічно для продуктивного використання. Сучасні системи аспірації знижують викиди пилу на 85-90%, суттєво покращуючи якість повітря в зоні гірничих робіт. Переробка відходів забезпечує збереження природних ресурсів шляхом заміщення первинного видобутку щебеню з нових родовищ.

Висновки: енергоефективні дробильно-сортувальні комплекси є ключовим інструментом вирішення проблеми накопичення відходів при видобуванні блочного каменю. Впровадження сучасних технологічних рішень дозволяє знизити питоме енергоспоживання на 30-40% порівняно з традиційними схемами, досягти терміну окупності інвестицій за 1,5-2 роки, забезпечити комплексне використання мінеральних ресурсів на рівні 95-98% та суттєво покращити екологічну ситуацію в регіонах видобутку. Для успішної реалізації проектів доцільно проводити детальне техніко-економічне обґрунтування з урахуванням специфіки конкретного родовища, впроваджувати системи автоматизованого управління та моніторингу енергоспоживання, використовувати мобільні комплекси для підприємств з обсягом переробки до 100 000 т/рік, а також інтегрувати відновлювані джерела енергії для живлення допоміжного обладнання. Перехід до енергоефективних технологій переробки відходів блочного видобутку є стратегічним напрямком розвитку галузі, що відповідає принципам сталого розвитку та циркулярної економіки.