

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ СПОСОБІВ ВІДОКРЕМЛЕННЯ МОНОЛІТІВ ВИСОКОМІЦНИХ ПОРІД НА КАР'ЄРАХ БЛОЧНОГО ОБЛИЦЬОВАЛЬНОГО КАМЕНЮ

Зростання кількості каменедобувних підприємств, дестабілізація економіки України, підвищення цін на нафтопродукти, обладнання, витратні матеріали та інструмент, підвищення вимог до стандартів продукції з каменю обумовлюють необхідність вирішення проблеми вибору ефективних та економічно вигідних технологій виробництва товарних блоків.

Відповідно до даних Державної служби геології та надр України, було підраховано близько 388 млн. м<sup>3</sup> запасів облицьовального каменю (ОК). В Україні зареєстровано 223 родовища ОК: значна їх частина розташована на території Житомирської області (44,6% або 96 родовищ). Однак, не кожне з них розробляється: приблизно 65% із загального числа родовищ виробили 459500 м<sup>3</sup> (1240 млн. т) товарних блоків протягом 2015 року. Незважаючи на перспективи, Україна видобуває близько 0,41% від світового виробництва блоків та менше 0,1% від власних розвіданих запасів.

Причин такого уповільнення існує декілька: низька механізація процесу розробки родовищ, значні обсяги ручної праці, високі ціни на якісне обладнання, запасні частини, паливо, витратні матеріали для забезпечення виробничого процесу, високі податки, високі збори за землекористування, дорогі ліцензії тощо.

З метою покращення стану каменедобувної галузі України необхідно переглянути існуючі видобувні технології, визначити їх економічну та технологічну вигідність щоб підвищити виробничі об'єми та оптимізувати витрати на виробництво блоків з українського високоміцного облицьовального каменю (ВОК).

Морфологічна і геологічна мінливість кам'яних відкладень і природне різноманіття матеріалів дає підставу для використання широкого спектру видобувних технологій. В світовій практиці товарні блоки ОК в основному видобуваються трьома добре відомими технологіями: різання алмазним канатом, пиляння баровою установкою (тільки для м'яких порід) та розщеплення детонаційним шнуром. Для видобування ВОК найбільш часто використовуються технології алмазного канатного різання (АКР), буро-вибуховий спосіб відокремлення моноліту (БВВ), відокремлення за допомогою детонаційного шнура (ДШ) та буріння в поєднанні з використанням гідравлічних клинів або хімічних генераторів кисню типу «Літокол» (ГКХ). Всі перелічені технології та деякі їх комбінації було проаналізовано в даній роботі.

Основною умовою виконання робіт по відокремленню блоків ОК є витрата прийнятної суми коштів на видобування та максимальне збереження цілісності масиву гірських порід. Метою роботи є визначення найкращих технологій відокремлення блоків каменю в умовах УКЩ з точки зору найвищої технічної та економічної придатності.

Основними умовами для успіху нової технології є її простота та дешевизна в порівнянні з іншими методами, що вже використовувались. Проте, існують й інші важливі аспекти, які слід враховувати при виборі технології різання каменю: безпечність при її використанні, універсальність та адаптованість до характеристик масиву гірських порід.

Відокремлення моноліту від масиву є першим етапом виробничого процесу видобування блоків ВОК. Оцінка економічності його здійснення включає в себе підрахунок обсягів споживання енергії, витратних матеріалів, зношування механізмів, витрати людських ресурсів, які є змінними в залежності від виду технології.

Дослідження процесу відокремлення виконувались на кількох кар'єрах ВОК в Житомирській області (Кам'янобрідське Північне родовище габро, Човнівське родовище сієніту, Вол.-Волинське родовище габро, Осниківське родовище лабрадориту). Крім того проаналізовано технології, що застосовуються італійськими кар'єрами в областях Пе'монт та Сіцилія.

ОК на більшості родовищ в умовах УКЩ видобується за двостадійною схемою, монолітами об'ємом 150-200 м<sup>3</sup>. Висота таких монолітів зазвичай відповідає відстані між природними тріщинами в масиві ГП (3-4 м). Розміри товарних блоків коливаються в межах 1-5 м<sup>3</sup> (5-15 т).

Експлуатаційні витрати на видобування кожною з технологій розраховувались за формулою 1.

$$E_B = \frac{n_p * T * z_p + (V_p * T_{zag}) + (n_{ob} * T_{zag} * A)}{V_{мон}}, EUR \quad M^3 \quad (1) \text{де: } n_p - \text{кількість працівників;}$$

$T$  – затрачений час на вирізання 1 моноліту, год;

$z_p$  – заробітна плата 1 працівника, EUR/год;

$V_p$  – вартість витратних матеріалів, EUR/год;

$T_{zag}$  – загальний час роботи кожної одиниці техніки, год;

$n_{ob}$  – кількість одиниць обладнання;

$A$  – витрати на амортизацію, EUR/год;

$V_{мон}$  – об'єм моноліту, м<sup>3</sup>.

Питомі витрати на відокремлення моноліту вибуховим способом (ДШ) складають приблизно 5 EUR/м<sup>3</sup>, в той час як при виконанні АКР+ДШ вартість в середньому складає 17,5 EUR/м<sup>3</sup>. Коливання витрат на видобування 1 м<sup>3</sup> ВОК на різних родовищах показана на Рис. 1. Відповідно до графіку, найбільш дешевою є технологія ДШ, найбільш дорогою – АКР + ДШ. Технологія АКР + ГКХ є дещо дешевшою, що виправдовує її розповсюдження на українських каменедобувних підприємствах.

Так як вартість канату достатньо висока (від 45 до 140 EUR/мп в залежності від призначення), дуже важливо досягти гарних експлуатаційних показників, які звичайно визначаються двома параметрами: продуктивність (м<sup>2</sup>/год) та строк служби канату (м<sup>2</sup>/м).

Витрати на первинне відокремлення моноліту, використовуючи технології АКР + ДШ та окремо ДШ побудовані на Рисунку 2 у вигляді функції вартості товарного блоку. Точка перетину двох прямих графіку визначає перехідний момент, в який використання АКР стає більш вигідним по мірі зростання вартості товарного блоку в порівнянні з технологією ДШ.

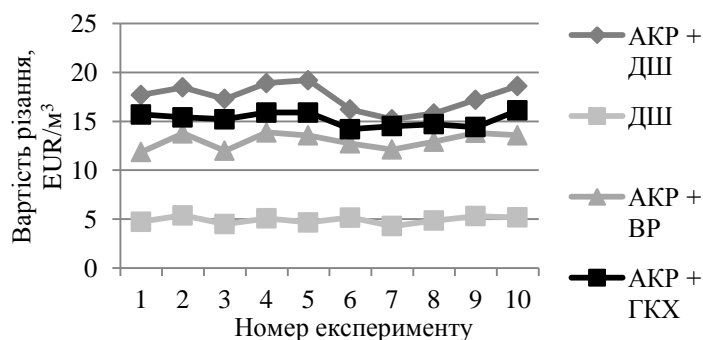


Рис. 1. Витрати на відокремлення 1 м<sup>3</sup> ВОК

Середній строк служби сучасних алмазних канатів складає 10-12 м<sup>2</sup>/м при видобуванні гнейсів. При різанні міцних порід алмазний канат все ще не повністю конкурентоспроможний в порівнянні з детонаційним шнуром. Проте тенденція до збільшення обсягу робіт канатної установки на різних технологічних операціях все ж спостерігається.

Технологія БВВ не забезпечить високу автоматизацію процесу, тому слід враховувати і значні витрати на робочу силу. Крім того, проблеми, пов'язані з шумом, вібраціями і значним розльотом породи, накладають деякі обмеження на використання цього методу, особливо в близькій доступності житлових будівель або автомобільних доріг.

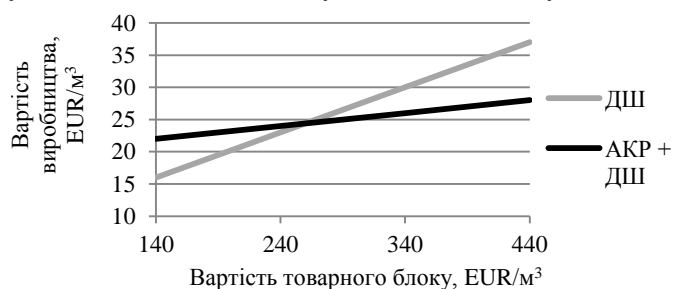


Рис. 2 Зміна вартості виробництва різними способами відповідно до ціни блоку

**Висновки.** Технологія БВВ є найбільш традиційною, перевіреною та «дешевою» при видобуванні ВОК. Проте, не тільки низькі фінансові витрати, але й якісний вихід кінцевої продукції мають бути враховані, тобто який об'єм каменю буде дійсно придатний для використання в подальшій обробці.

На практиці АКР майже завжди використовується в поєднанні з вибуховими або невибуховими методами відокремлення моноліту від масиву. Алмазний канат застосовується зазвичай для різання вглиб масиву, різання однієї вертикальної та однієї горизонтальної щілин. Решта площин створюється за рахунок використання ВР, НРС або ГКХ. Нині застосування комбінованих технологій дозволяє отримувати кращу якість блоків та найнижчу кількість відходів в процесі виробництва в порівнянні з одним тільки динамічним розщепленням, що є особливо суттєвим при видобуванні дорогих та рідкісних сортів гірських порід. При цьому витрати на комбіновану технологію в незначній мірі перевищують вартість вибухової технології. Таким чином, необхідно проводити додаткові дослідження для виявлення найбільшої економічної вигоди від використання різних комбінацій для різних видів гірських порід та у відповідності з подальшим призначенням блоку декоративного каменю.

В таблиці 2 наведено порівняння якісних характеристик основних методів відокремлення моноліту від масиву на кар'єрах міцних порід.

## Порівняльний аналіз якісних характеристик основних методів відокремлення моноліту високоміцних порід

Хар-ки	ДШ	АКР	АКР+ ДШ	ВР	ВР+ АКР	АКР+ ГКХ
Якість поверхні	-	+	+	-	+	+
Продуктивність по гірничій масі, м <sup>2</sup> /год	+(7-10)	±(1-4)	+(10)	+(7-10)	+(10)	+(10)
Енергоспоживання	-	±	±/-	-	±/-	±/-
Капітальні витрати	-	±	±	-	±/-	±/-
Витрати на інструмент	-	+	+	-	+	+
Вплив на навколишнє середовище	+	-	±	+	+	-
Рівень механізації	-	±	±/-	-	±/-	±/-
Безпека ведення робіт	-	±	±	-	-	±
Витрати води	-	±	±	-	±	±
Вплив на масив ГП	±	-	±	+	±	-

«-» - низький; «±» - середній; «+» - високий

В даний час, в Україні існує необхідність використовувати такі технології, які будуть відповідати як відносно низькій ціні, так і мають бути орієнтовані на отримання якісної продукції відповідно до державних та європейських стандартів. В світовій практиці часто дешевизною технологій нехтують: для підприємств важливим є максимальний вихід блоків з мінімальним створенням відходів, адже часто імпортований камінь є достатньо рідкісним та обмеженим в запасах. Отже, найкраща технологія не завжди відповідає найдешевшій. Таким чином, в каменедобувному секторі більш досконалі та, як наслідок, більш дорогі методи набувають все більшого значення.