

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВТРАТ ПРИ ВИДОБУВАННІ БЛОЧНОГО КАМЕНЮ

Україна давно відома в Європі, на Близькому та Далекому Сході, США, Канаді як скарбниця природних запасів декоративного каменю. Завдяки своєму територіальному розташуванню Україна володіє численними ресурсами декоративного каменю, який цінується далеко за її межами. В її надрах сконцентровані поклади гранітів, габро, андезит-базальтів, лабрадоритів з високими текстурно-колеристичними та фізико-механічними властивостями. Природний камінь, який використовують в архітектурі й для оздоблення інтер'єрів приміщень, має не тільки високу якість і стійкість, він справляє сильний емоційний вплив на людину: камінь приваблює і заворожує. Він знаходиться поза конкуренцією по довговічності і престижності, респектабельності і красі.

Багата палітра, насиченість кольору, унікальний малюнок, дзеркально відполірована або фактурно оброблена поверхня, міцність і зносостійкість – всі ці якості природного каменю дають необмежені можливості для втілення творчої ідеї і оригінальної думки архітекторів, дизайнерів, будівельників.

Природний камінь і вироби з нього останнім часом знаходять широке використання в народному господарстві. В зв'язку з значним зростанням обсягів будівництва (споруд адміністративного призначення, готелів, торговельних та розважальних комплексів, житлових будинків), попит на вироби з природного каменю, завдяки своїм історико-культурним традиціям використання, довговічності, міцності і витривалості до дії механічних руйнуючих чинників, зростає щорічно. Саме тому вітчизняна каменедобувна та каменеобробна промисловість має оптимістичні прогнози щодо нового розвитку, підкріплюючи свої можливості значними запасами покладів декоративного каменю.

Вже багато років у світі знають і цінують українське декоративне каміння, яке відоме своїми високими показниками декоративності, прекрасними фізико-механічними властивостями, тому попит на наші кам'яні вироби та сировину постійно зростає. Але маючи величезні запаси природного каменю, Україна, в той же час, має слабо розвинену каменедобувну і каменеобробну підгалузь виробництва, що робить кам'яну продукцію неконкурентоспроможною на світовому ринку, а державі, у світовому рейтингу «кам'яних» держав, доводиться посідати лише місце в групі «інші».

Україна повинна посідати провідне місце серед лідерів у світовому рейтингу «кам'яних» держав, а необхідно запорукою цього є вирішення багатьох питань, – починаючи від рівня держави (програма розвитку; підтримка галузі) і закінчуючи психологією сприйняття «українського каменя» керівниками підприємств.

Сучасний стан розвитку економіки України супроводжується низкою невирішених проблем, серед яких однією з важливіших для більшості українських підприємств є проблема досягнення та збереження високого рівня конкурентоспроможності. Ефективне її вирішення полягає у розробці та реалізації конкурентної стратегії, яка б допомогла підприємству повною мірою використати наявні конкурентні переваги.

На сучасному етапі розвитку каменедобувної промисловості можна виділити досить перспективний технологічний напрям видобування блочного декоративного каменю, який ґрунтується на застосуванні каменерізальних технологій. Цей напрям передбачає відокремлення монолітів від масиву і поділ їх на товарні блоки за допомогою каменерізальних машин.

Серед усіх каменерізальних машин найбільшого поширення набули канатні каменерізальні машини.

На відміну від інших методів відокремлення монолітів даний спосіб повністю зберігає монолітність масиву і блока, значно підвищується якість товарних блоків (зводиться до мінімуму нерівність лицьових поверхонь блоків, забезпечується паралельність протилежних сторін блока), з'являється можливість повністю враховувати геотехнологічні особливості масиву та геометричні параметри вибою. Крім того, канатопильні установки характеризуються високою продуктивністю, простою конструкції, можливістю використання при видобуванні монолітів в складних умовах (при розробці похилих та крутопадаючих покладів, при складній геометрії вибою).

Дана технологія широко використовується при видобуванні блочного каменю низької і середньої міцності (мармур, туф, травертин, гіпс та ін.), але в останній час вона широко впроваджується і на кар'єрах по видобуванню високоміцних порід таких як граніт, лабрадорит. Геологічний характер родовища граніту з однорідним монолітним або напівмонолітним складом без густої мережі тріщин, але з чіткими природними окремостями сприяє ефективному використанню канатопильних установок.

Відхилення порушень бокової грані блока природного декоративного каменю алмазно-канатним випилюванням встановлювалось дослідним шляхом. В процесі дослідження робились виміри довжини поверхні блока та відхилення її від площини бокової грані.

Залежність відхилення поверхні блока від її довжини описується математичною формулою:

китайський	$b_{від} = 0.0099 \ln(L_{\sigma l}) + 0.0049$	$R^2 = 0.94$	
італійський	$b_{від} = 0.0044 L_{\sigma l}^{0.7133}$	$R^2 = 0.97$	(1)
німецький	$b_{від} = -5E-05 L_{\sigma l}^2 + 0.0024 L_{\sigma l} + 0.0018$	$R^2 = 0.98$	

де  $b_{від}$  – відхилення поверхні блока від площини, м;

$L_{б,л}$  – довжини блока, м.

В результаті проведення досліджень процесу алмазно-канатного різання було встановлено, що в середньому відхилення грані блока природного декоративного каменю від її площини сягає 6-8 мм на 1 м довжини блока. Пошкодження бокової грані блока довжиною 1 м алмазно-канатним випилюванням складуть  $N = 24...44$  мм, а для довжини 3 м –  $N = 40...60$  мм. Експлуатаційні втрати при цьому складуть  $0,75 - 1,5 \text{ м}^3$ , що становитиме 2,5 – 5 %. При цьому точність визначення експлуатаційних втрат при застосуванні алмазно-канатної технології видобування складе: при застосуванні класичних методів в межах 7-9%, новітніх – 4%.

Серед усіх методів видобування декоративного блочного каменю механічні і фізико-технічні методи майже не змінюють властивості породи, яку видобувають, і тому даним методам надають перевагу. Однак, якщо брати до уваги матеріальні витрати при видобуванні і продуктивність технологічних процесів, звичайно ж існує ряд недоліків. Це пов'язано в першу чергу з високою твердістю і міцністю магматичних порід, що і обумовлює низьку продуктивність і високу вартість робіт при видобуванні блоків природного каменю зазначеними методами. Ось чому на кар'єрах з видобування високоміцних порід типу гранітів широкого застосування набули вибухові методи, хоча і вони мають низьку недоліків, пов'язаних з виникненням та поширенням в масиві різного типу тріщин, які в свою чергу знижують його міцність і декоративні властивості природного каменю.

Майже на всіх кар'єрах по видобуванню блоків відокремлення скельного розкриття від масиву виконується вибуховим методом, від ступеню обґрунтованості якого, залежно від структурних гірничо-геологічних умов покладу, що розробляється, залежить монолітність каменю в масиві, який підготовлюється до виймання і відповідно вихід блоків і якісні та кількісні пошкодження готової товарної продукції кар'єру [67]. Спеціальних досліджень з даного питання раніше проводилося дуже мало.

Дослідження автора по даній тематиці виконувались з метою визначення впливу буровибухових робіт на якість товарної продукції кар'єру.

При врахуванні ширини порушення грані блока детонаційною хвилею вибуху та ширини впливу буровибухових робіт на якість поверхні блочного каменю зона порушення грані блочного каменю складе:  $N_{повн} = 340...440$  мм. Експлуатаційні втрати при цьому складуть від 0,1 до  $3 \text{ м}^3$  що становить від 14,5 до 90 %. Використання ж «щадливих» вибухових методів дозволить зменшити втрати в 1,5-2 рази. При цьому точність визначення експлуатаційних втрат при застосуванні буровибухових технологій видобування складе: при застосуванні класичних методів в межах 10-12%, новітніх – 5%.

Видобуток каменю за допомогою клинів практикувався людьми здавна. Зберіг цей спосіб своє значення і нині, особливо часто він використовується при видобуванні блоків з граніту та інших високоміцних порід.

Технологія відділення каменю від масиву розклинюванням [34] передбачає буріння стрічки шпурів, куди вставляються клини. Зусилля розколювання виникає або при ударах по клину (ручні клини), або завдяки тиску, який створюється гідравлічною системою (гідроклини). Клини звичайно розміщують в шпурах круглого перетину, рідше – в овальних шпурах, пробурених спеціальним інструментом.

В окремих випадках, коли в масиві є чітко виражені тріщини, а природні окремість мають форму, близьку до прямокутної, і за розмірами відповідають стандартним блокам, клини розміщують прямо в тріщинах.

При використанні [56] буроклинового способу неодмінною умовою є наявність трьох площин оголення в забої. Якнайкраще відколювання відбувається при такому розташуванні забою, коли постіль відокремлюваного блока співпадає з поверхнею пологої тріщини, а одна з бічних або торцевих граней блока оголена. Другу довгу грань відколювання блока доцільно розташовувати паралельно подовжнім тріщинам [57], а торцеву – паралельно поперечним. У випадках збігу площини розколювання каменю з напрямом його якнайкращої розколюваності, що узгоджується з розвитком подовжніх тріщин, нерівності сколу лицьових поверхонь блока мінімальні; тим самим виключається додаткове пасерування блоків, а отже, знижуються втрати каменю.

Використання буроклинових технологій видобутку та розділення блоків декоративного каменю призводить до суттєвого зниження показників якості блоків з природного декоративного каменю. Зниження якісних показників обумовлене порушенням сторін блока шпурами та нерівномірною лінією розколу.

При врахуванні вимог державних стандартів, які встановлюють максимальні межі порушення бокових граней блока каменю та ширини бокової поверхні, яка при розпилюванні блока відрізається разом з порушеною сколюванням поверхнею блока (технологічна необхідність) можна встановити, що ширина пошкодження поверхні блока природного декоративного каменю технологією розколювання становить  $N_{повн} = 120...250$  мм. Експлуатаційні втрати при цьому складуть від 0,1 до  $0,7 \text{ м}^3$  що становить від 3 до 32 %. Використання ж концентраторів напруг дозволить зменшити нерівності сколів в 2 рази, а втрати в 1,5-2 рази. При цьому точність визначення експлуатаційних втрат при застосуванні клинових технологій видобування складе: при застосуванні класичних методів в межах 11-13%, новітніх – 6%.

## Висновки

1. Основними умовами ефективності видобутку блочного каменю є збереження його монолітності, забезпечення правильної паралелепіпедної форми блоків природного декоративного каменю з мінімальними нерівностями на гранях, а також з мінімальною тріщинуватістю.

2. Кожна з технологій видобування блоків природного декоративного каменю має свій вплив на їх монолітність, фізико-технічні характеристики, декоративні властивості.

3. В результаті проведення досліджень процесу алмазно-канатного різання було встановлено, що в середньому відхилення грані блока природного декоративного каменю від її площини сягає 6-8 мм на 1 м довжини блока. Пошкодження бокової грані блока довжиною 1 м алмазно-канатним випилюванням складуть мм, а для довжини 3 м – мм. Експлуатаційні втрати при цьому складуть 0,75 – 1,5 м<sup>3</sup>, що становитиме 2,5 – 5 %. При цьому точність визначення експлуатаційних втрат при застосуванні алмазно-канатної технології видобування складе: при застосуванні класичних методів в межах 7-9%, новітніх – 4%.

4. При врахуванні ширина порушення грані блока детонаційною хвилею вибуху та ширини впливу буровибухових робіт на якість поверхні блочного каменю зона порушення грані блочного каменю складе: мм. Експлуатаційні втрати при цьому складуть від 0,1 до 3 м<sup>3</sup> що становить від 14,5 до 90 %. Використання ж «щадливих» вибухових методів дозволить зменшити втрати в 1,5-2 рази. При цьому точність визначення експлуатаційних втрат при застосуванні буровибухових технологій видобування складе: при застосуванні класичних методів в межах 10-12%, новітніх – 5%.

5. При врахуванні вимог державних стандартів, які встановлюють максимальні межі порушення бокових граней блока каменя та ширини бокової поверхні, яка при розпилюванні блока відрізається разом з порушеною сколюванням поверхнею блока (технологічна необхідність) можна встановити, що ширина пошкодження поверхні блока природного декоративного каменю технологією розколювання становить мм. Експлуатаційні втрати при цьому складуть від 0,1 до 0,7 м<sup>3</sup> що становить від 3 до 32 %. Використання ж концентраторів напруг дозволить зменшити нерівності сколів в 2 рази, а втрати в 1,5-2 рази. При цьому точність визначення експлуатаційних втрат при застосуванні клинових технологій видобування складе: при застосуванні класичних методів в межах 11-13%, новітніх – 6%.