

Криворучко М.А., магістрант 2-го курсу, гр. РР-49м

Криворучко А.О. к.т.н., доц.

Державний університет «Житомирська політехніка»

Савич І.В., директор

ПП «Спецтехсервіс»

АНАЛІЗ І ОЦІНКА ЧИННИКІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ РІВЕНЬ ЗНОШУВАННЯ АЛМАЗНОГО КАНАТУ

Алмазний канат є одним із ключових інструментів у сучасних технологіях видобутку та обробки природного каменю, зокрема гранітів, мармурів та інших декоративно-оздоблювальних порід. Ефективність роботи канатних установок та економічні показники виробництва значною мірою залежать від ресурсу алмазного канату та інтенсивності його зношування.

Висока вартість алмазного інструменту, складні умови експлуатації та значні навантаження, які виникають під час розпилювання порід різної твердості, обумовлюють необхідність детального вивчення чинників, що впливають на його деградацію.

Незважаючи на широке застосування канатного розпилювання у промисловості, наукові дані щодо закономірностей зношування алмазного канату залишаються недостатньо систематизованими. Відсутність чітких критеріїв оптимізації технологічних режимів, неузгодженість підходів до вибору конструктивних рішень та недосконалість методів експлуатаційного контролю призводять до невиправданих втрат ресурсу та зростання собівартості виробництва.

У зв'язку з цим постає потреба у проведенні комплексного аналізу та кількісної оцінки факторів, що визначають інтенсивність зношування алмазного канату. Результати такого дослідження дадуть можливість підвищити ефективність використання інструменту, оптимізувати режими різання, знизити експлуатаційні витрати та забезпечити конкурентоспроможність каменеобробних підприємств.

Витрата алмазного каната визначається кількома ключовими факторами:

1. Технічний стан обладнання. Стан елементів верстата, зокрема футеровок і гумових компонентів, є одним із визначальних чинників довговічності алмазного каната. Зношені або пошкоджені елементи спричиняють додаткові динамічні навантаження, що прискорюють деградацію каната та зменшують його ресурс. Регламентоване технічне обслуговування та своєчасна заміна футеровок дозволяють мінімізувати ризики передчасного руйнування каната й забезпечують стабільність технологічного процесу.

2. Дотримання технологічних параметрів розпилювання. Правильний вибір технологічних режимів різання, зокрема швидкості обертання та подачі, суттєво впливає на інтенсивність зношування алмазного каната. Недостатня швидкість сприяє абразивному стиранню, тоді як надмірно висока швидкість може спричинити «замилування» алмазних перлин через недостатню участь алмазів у різанні. Оптимізація параметрів повинна здійснюватися з урахуванням типу породи, умов різання та рекомендацій виробника обладнання.

3. Властивості породи, що підлягає різанню. Ресурс алмазного каната значною мірою визначається мінералогічним складом і твердістю гірської породи. Для гранітів встановлено пряму залежність між групою твердості й тривалістю роботи каната: із підвищенням твердості породи інтенсивність зношування зростає. У зв'язку з цим доцільно враховувати характеристики породи при виборі типу каната та режимів його експлуатації.

4. Рівномірність зношування каната (закрутка). Рівномірне зношування по колу діаметра є ключовою умовою ефективного використання алмазних перлин. Порушення рівномірності, спричинене неправильною закруткою або відсутністю корекції крутного моменту, призводить до локального перевантаження й скорочення ресурсу каната.



а



б



в



г

Рис. 1. Канат, який отримав пошкодження від неправильного закручування

На рисунках 1(а)–1(г) наведено приклади дефектів, що виникають унаслідок неправильної закрутки: на рисунках 1(а)–1(в) канат не мав достатнього закручування, а на рисунку 1(г) продемонстровано необхідність зміни числа обертів на погонний метр для усунення ексцентриситету перлин.

5. Охолодження та водопостачання під час різання

Надмірне нагрівання каната є однією з типових причин його передчасного руйнування. На рисунках 2(а)–2(в) наведено приклади перегріву, що виник через недостатню подачу води, що призвело до зміщення перлин.



а



б



в

Рис. 2. Приклади перегріву канату

Надмірна кількість води також є небажаною: знижене навантаження на робочу дугу та інтенсивне вимивання шламу спричиняє «замилування» алмазного шару (рисунки 3(а)–3(в)).



а



б



в

Рис. 3. «Замилування» алмазних перлин (втулок)

Таким чином, оптимальний режим водопостачання має забезпечувати ефективне охолодження та стабільність процесу різання.

6. Форми зношування перлин. На рисунках 4(а)–4(б) продемонстровано випадки кульового зносу, що характерні для роботи каната з недостатнім охолодженням та мінімальною лінійною швидкістю (менше 20 м/с). Таке середовище спричиняє перегрів, витончення гумової матриці та нерівномірне зношування.



а



б

Рис. 4. Кульовий знос перлин (втулок) алмазного канату

Більш поширеним явищем є формування конічної форми перлин через використання підвищеної швидкості розкриття алмазів (25–27 м/с) протягом усього циклу роботи каната (рисунк 5).

7. Геометрія блока та умови різання. Неправильний вибір розмірів блока для різання створює надмірний радіус вигину, що ускладнює обертання каната та спричиняє нерівномірний знос. Для усунення цього явища блок доцільно нахилити, зменшуючи радіус кривизни каната.

8. Натяг каната та режим роботи. Надмірний натяг під час різання викликає підвищене навантаження на перлини та прискорює їх деградацію.



Рис. 5. Конусна форма перлин, викликана використанням значної швидкості розкриття алмазного шару

Оптимальна лінійна швидкість каната становить 20–35 м/с. Підвищення швидкості сприяє можливому засміченню алмазних сегментів та випадінню алмазів, тоді як знижена швидкість збільшує абразивний знос та ускладнює роботу каната, сприяючи появі конусності.

Запуск різання не рекомендується проводити з високою швидкістю або із різким підвищенням навантаження. Нестабільні та різкі зміни режиму роботи можуть призвести до пошкодження каната.

9. Завершення процесу різання. На етапах виходу з різу, де спостерігається сильне згинання каната, рекомендовано використовувати канат після часткового зношування. Це дозволяє уникнути додаткових деформацій та зменшує ризик пошкоджень у найкритичніших зонах траєкторії різання.

Висновки

1. Алмазний канат є критичним елементом у технологічному процесі розпилювання природного каменю, а його зношування визначає ефективність, продуктивність та економічну доцільність застосування канатного обладнання на підприємствах каменеобробної галузі.

2. Проведений аналіз факторів, що впливають на деградацію алмазного каната, підтверджує багатокомпонентний характер процесу його зношування. На ресурс каната впливають як зовнішні чинники (фізико-механічні властивості породи, умови різання, характер тепловиділення), так і внутрішні (конструкція перлин, тип зв'язки, якість армування та гумової заливки).

3. Виявлено ключові технологічні параметри, що визначають інтенсивність зношування каната, серед яких: швидкість різання, натяг каната, величина робочого навантаження, правильність закрутки, а також умови водопостачання та охолодження. Оптимізація цих параметрів дозволяє на 20–40% підвищити ресурс інструменту.

4. Підтверджено, що мінералогічний склад та твердість граніту чи інших порід істотно впливають на термін служби алмазного каната. Зі збільшенням твердості, неоднорідності та абразивності породи зростає інтенсивність стирання алмазних перлин та гумової матриці, що потребує адаптації технологічних режимів.

5. Недотримання регламентів технічного обслуговування обладнання (зношені футеровки, дефекти ведучих та напрямних шківів, нерівномірність роботи вузлів приводу) створює додаткові навантаження, які прискорюють руйнування каната. Своєчасне технічне обслуговування дає змогу суттєво знизити втрати ресурсу.

6. Проаналізовано характерні форми зношування перлин, серед яких кульовидне, конічне, абразивне, теплове та механічне. Встановлено, що вони можуть служити діагностичною ознакою для визначення причин передчасного виходу каната з ладу та для оптимізації технологічного режиму роботи.

7. Показано, що неправильне водопостачання (як недостатнє, так і надмірне) негативно впливає на тривалість роботи каната. Недостатня кількість води призводить до перегріву та термічного пошкодження гумової заливки, а надмірна — спричиняє «замілювання» алмазного шару й зниження різальної здатності.

8. Встановлено необхідність системного підходу до контролю умов експлуатації алмазного каната. Запровадження моніторингу технологічних параметрів, діагностики форми зношування та аналізу відпрацьованих канатів дозволяє значно підвищити ефективність використання інструменту.

9. Результати дослідження мають практичне значення для підприємств каменеобробної галузі та можуть бути використані для:

- удосконалення технологічних режимів різання;
- вибору оптимальних конструктивних параметрів алмазних канатів;
- підвищення надійності та довговічності інструменту;
- зниження питомих витрат на розпилювання блоків природного каменю.

10. Комплексне врахування встановлених чинників дозволяє сформулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо підвищення ресурсу алмазного каната, мінімізувати його зношування та забезпечити стабільність виробничого процесу.