

Сидоренко А.А., аспірант
Микитенко С.В., аспірант
Шкабара Ю.В., аспірант
Качуровський М.В., аспірант
Соколовський В.О., аспірант

Державний університет «Житомирська політехніка»

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ РІЗАННЯ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРИ ОБРОБЦІ КАМЕНЮ

Вступ. Різання природного каменю є важливою складовою сучасної каменярської промисловості. Ефективність цього процесу суттєво впливає як на якість кінцевої продукції, так і на загальну продуктивність виробничих ліній. Алмазні дискові пилки є основним інструментом, що використовується для обробки природного каменю, оскільки вони забезпечують високу точність різання та мають високу зносостійкість. Однак, під час різання важливо враховувати режими роботи інструменту, такі як швидкість подачі, швидкість обертання диску та глибину різання, оскільки ці параметри значною мірою впливають на енергоспоживання та знос алмазних сегментів.

Значне енергоспоживання під час різання природного каменю збільшує собівартість продукції та потребує ретельного підходу до вибору оптимальних режимів роботи. Традиційні підходи до різання передбачають використання низьких швидкостей подачі для зменшення зносу алмазного інструменту, проте це може призводити до значних витрат енергії. Враховуючи актуальність цієї проблеми, метою даного дослідження було визначення оптимальних параметрів різання, які забезпечать мінімальні питомі енергетичні витрати при високій якості обробки.

Методологія. Дослідження проводилося на автоматизованому верстаті, оснащеному алмазною пилкою діаметром 600 мм. Енергоспоживання вимірювалося за допомогою енергетичного аналізатора SHARK 100 при різних умовах: змінах швидкості подачі (0,3 до 0,6 м/хв), швидкості обертання диску (25 до 35 м/с) та глибини різання (10 до 30 мм). Кожна комбінація параметрів перевірялася щонайменше тричі для забезпечення надійності.

Результати та обговорення. Результати дослідження показали, що збільшення швидкості обертання диску та швидкості подачі призводить до зниження питомого енергоспоживання. Оптимальні параметри для мінімізації енерговитрат були визначені як швидкість подачі 0,6 м/хв та швидкість обертання диску 35 м/с. Крім того, збільшення глибини різання сприяло зниженню енергоспоживання на одиницю обробленого матеріалу, оскільки більше матеріалу різалося за однаковий час. Це свідчить про підвищення продуктивності різання, що дозволяє зменшити загальні витрати енергії при обробці каменю.

При аналізі залежності питомого енергоспоживання від швидкості подачі було виявлено, що зі збільшенням швидкості подачі від 0,3 до 0,6 м/хв питомі витрати енергії знижуються. Це пояснюється тим, що при вищій швидкості подачі збільшується об'єм оброблюваного матеріалу за одиницю часу, що в свою чергу знижує витрати енергії на одиницю об'єму. Однак, варто зазначити, що надмірне підвищення швидкості подачі може призвести до погіршення якості обробки через можливе зростання температури різання, тому вибір швидкості подачі повинен бути збалансованим.

Дослідження також показало, що підвищення швидкості обертання диску призводить до зниження питомих енергетичних витрат. Це пов'язано з тим, що при вищій швидкості обертання алмазні сегменти пилки здійснюють більше різальних дій за одиницю часу, що забезпечує більш ефективний розподіл енергії. Зокрема, при швидкості обертання 35 м/с спостерігалось мінімальне енергоспоживання на одиницю обробленого матеріалу, що вказує на ефективність таких параметрів роботи. Водночас, збільшення швидкості обертання також може вплинути на знос інструменту, що потребує додаткового аналізу для визначення оптимального компромісу між енергоспоживанням та зносом.

Збільшення глибини різання також мало позитивний вплив на зниження питомих енергетичних витрат. При збільшенні глибини різання з 10 до 30 мм було встановлено, що питомі витрати енергії знижуються завдяки збільшенню об'єму матеріалу, який обробляється за одиницю часу. Це дозволяє зменшити кількість проходів для обробки каменю, що скорочує загальний час роботи та підвищує ефективність використання енергії. Однак, варто зазначити, що надмірне збільшення глибини різання може призвести до підвищення навантаження на алмазні сегменти та зниження якості різання, що потребує додаткового контролю за режимами охолодження.

Одним із важливих аспектів дослідження було виявлення взаємозв'язку між швидкістю подачі, швидкістю обертання та глибиною різання. Оптимальна комбінація цих параметрів дозволяє значно знизити енергоспоживання при одночасному забезпеченні високої якості обробки. Наприклад, при швидкості подачі 0,6 м/хв, швидкості обертання диску 35 м/с та глибині різання 30 мм було досягнуто мінімальних витрат енергії на одиницю обробленого матеріалу. Це свідчить про необхідність

комплексного підходу до вибору параметрів різання, оскільки зміна одного з них може вплинути на загальну ефективність процесу.

Отримані результати також показують, що під час різання природного каменю за високих швидкостей подачі та обертання необхідно використовувати охолоджуючі рідини для запобігання перегріванню інструменту та матеріалу. Використання охолоджуючих рідин зменшує температуру в зоні різання, що позитивно впливає на знос алмазних сегментів та якість обробленої поверхні. Це особливо важливо при великих глибинах різання, коли навантаження на інструмент значно збільшується.

Порівняння результатів дослідження з існуючими підходами вказує на те, що традиційні рекомендації щодо використання низьких швидкостей подачі для зменшення зносу алмазного інструменту не завжди є оптимальними з точки зору енергоефективності. Комбінація високих швидкостей подачі та обертання, виявлена у цьому дослідженні, дозволяє одночасно знизити енергоспоживання та забезпечити прийнятний рівень зносу інструменту. Це є важливим кроком до підвищення продуктивності каменярської промисловості та зниження витрат на енергоресурси.

Загалом, результати дослідження свідчать про те, що оптимізація параметрів різання природного каменю має значний потенціал для підвищення ефективності виробничих процесів. Використання високих швидкостей подачі та обертання, а також збільшення глибини різання дозволяють знизити питомі енергетичні витрати та покращити продуктивність обробки. Водночас, для забезпечення тривалої експлуатації алмазних пилок необхідно ретельно контролювати режими роботи та використовувати охолоджуючі рідини для зниження зносу інструменту.

Практичне значення. Визначені оптимальні параметри різання можуть бути безпосередньо використані на виробничих лініях для підвищення ефективності обробки каменю. Зменшення енергоспоживання та продовження терміну служби алмазних пилок дозволяють знизити витрати та підвищити якість продукції. Результати також забезпечують доказову базу для встановлення робочих параметрів, що значно покращують енергоефективність при обробці каменю.

Висновок. Дослідження показує, що оптимізація параметрів різання, зокрема швидкості подачі та обертання, може призвести до значного зниження енергоспоживання та покращення терміну служби інструменту. Практичне впровадження цих результатів може значно покращити каменярську промисловість, знижуючи витрати та підвищуючи ефективність виробництва.

Список використаних джерел:

1. Korobiichuk V., Shamrai V., Iziyova O., Tolkach O., Sobolevskiy R. Definition of Hue of Different Types of Pokostivskiy Granodiorite Using Digital Image Processing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. 4/5 (82). Pp. 52–57.
2. Криворучко А.О., Коробійчук В.В., Соболевський Р.В., Камських О.В., Павлюк І.В. Визначення оптимального напрямку ведення гірничих робіт при видобуванні блоків з природного каменю. *Вісник ЖДТУ*. 2016. № 3 (78). С. 150-163.
3. Korobiichuk I., Korobiichuk V., Iskov S., Nowicki M., Szewczyk R. Peculiarities of Natural Stone Extraction Technology with the Help of Diamond Wire Machines. *Int. Multidiscip. Sci. Geoconf. SGEM*. 2016. № 2. С. 649-656.
4. Соболевський Р.В., Мамрай В.В., Коробійчук В.В., Криворучко А.О., Шлапак В.О. Обґрунтування методики вибору напрямку ведення гірничих робіт для дискових машин. *Технічна інженерія*. 2019. № 2 (84). С. 166–175. [https://doi.org/10.26642/ten-2019-2\(84\)-166-175](https://doi.org/10.26642/ten-2019-2(84)-166-175).
5. Соболевський Р.В., Іськов С.С., Камських О.В., Шустов О.О., Леонець І.В. Врахування анізотропії структурних показників покладів декоративного каменю під час вибору раціонального напрямку розвитку гірничих робіт. *Технічна інженерія*. 2020. № 1 (85). С. 226–234. [https://doi.org/10.26642/ten-2020-1\(85\)-226-234](https://doi.org/10.26642/ten-2020-1(85)-226-234).
6. Мамрай В.В., Коробійчук В.В., Криворучко А.О., Ковалевич Л.А., Заруцький С.О. Вплив режимних параметрів дискової машини на зношення алмазного інструменту. *Технічна інженерія*. 2020. № 1 (85). С. 208–214. [https://doi.org/10.26642/ten-2020-1\(85\)-208-214](https://doi.org/10.26642/ten-2020-1(85)-208-214).
7. Mamray V., Korobiichuk V., Shlapak V. Experience of dimension stone extraction by quarry cutting machine in Pokostovsky deposit (Ukraine). *Journal of Mining and Geological Sciences*. 2019. Vol. 62 (2). p. 66–70.
8. Мамрай В.В., Коробійчук В.В., Шлапак В.О., Іськов С.С., Панасюк А.В. Встановлення питомої продуктивності різання природного каменю дисковими пилами. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2019. № 58. С. 75–83.
9. Levytskyi V., Sobolevskiy R., Korobiichuk V. The optimization of technological mining parameters in quarry for dimension stone blocks quality improvement based on photogrammetric techniques of measurement. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*. 2018. Vol. 33, No. 2. p. 83–90.