

**В.В. Мамрай, ст. викладач**  
**В.В. Коробійчук, д.т.н., проф.**  
**А.О. Криворучко, к.т.н., доц.**  
**Л.А. Ковалевич, ст. викладач**  
**С.О. Заруцький, аспірант**

*Державний університет «Житомирська політехніка»*

## **Вплив режимних параметрів дискової машини на зношення алмазного інструменту**

*Кожна технологія видобування блочного природного каменю має свої переваги і недоліки. Перспективними напрямками удосконалення технології видобування блочного каменю є поліпшення невибухових технологій, які не впливають на розвиток техногенних тріщин. У публікації розглянуто нову технологію видобування блочного каменю, яка базується на використанні дискових машин у комплексі з алмазно-канатною машиною. Через низку переваг ця технологія має перспективи широкого розповсюдження. Така технологія використовується в Китаї в умовах нагірних родовищ. В Україні ця технологія починає проходити випробування, зважаючи на це, значна кількість аспектів залишається невивченою. Так, наприклад, необхідно підбирати режимні параметри різання для кожного родовища блочного природного каменю індивідуально.*

*Було проведено дослідження зношення алмазного інструменту на дискових машинах при зміні режимних параметрів різання. Експерименти проводилися на дисковій машині, яка мала діаметр пилки 2,5 м. Алмази були розміром 40/50 меш з концентрацією 50 %, концентрація дорівнює 4,4 карата алмазів на см<sup>3</sup> об'єму напайки), такі напайки рекомендуються для розпилювання твердих матеріалів. Витрати води складали 120 л/хв. Експерименти з різання проводилися як в режимі різання «за подачею», так і «проти подачі». Різання проводили п'ять разів в обидві сторони. Отримані дані усереднювалися. Змінювалася швидкість робочої подачі в межах 0,3–0,6 м/хв та глибина різання 3–8 см. Були отримані залежності, які описуються поліномами другого порядку.*

**Ключові слова:** природний камінь; дискові машини; блочний камінь; алмазний інструмент.

**Вступ.** Природний камінь є цінним декоративно-облицювальним і оздоблювальним матеріалом. За останні роки зросли вимоги покупців до якості та форми блоків із високоміцних порід природного каменю. Це обумовлено, передусім, підвищенням вартості транспортних перевезень. На даний час, під час перевезення блоків неправильної форми або невеликих розмірів, транспортні витрати не завжди виправдані. Тому сьогодні українським каменедобувним підприємствам ставлять вимоги як до якості самого каменю, так і до лінійних розмірів та форми блоків. Це змушує вітчизняні кар'єри змінювати і поліпшувати технологію видобування природного каменю, впроваджувати ефективні технологічні комплекси та всебічно досліджувати масив родовища.

Перспективними напрямками удосконалення технології видобування блочного каменю є поліпшення невибухових технологій, які не впливають на розвиток техногенних тріщин. Однією з таких технологій є видобування природного каменю за допомогою дискових машин. Через низку переваг ця технологія має перспективи широкого розповсюдження. Така технологія використовується в Китаї в умовах нагірних родовищ. В Україні ця технологія починає проходити випробування, зважаючи на це, значна кількість аспектів залишається невивченою. Так, наприклад, необхідно підбирати режимні параметри різання для кожного родовища блочного природного каменю індивідуально.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, на які спираються автори.** Під час розробки родовищ природного каменю найбільш сприятливим є наявність системи трьох взаємно перпендикулярних тріщин. Це дозволяє виконувати виймання блоків правильної геометричної форми. Під час планування гірничовидобувних робіт на кар'єрах декоративного каменю основоположним є тріщинуватість масиву, розміри блоків, що видобуваються, фізико-механічні властивості каменю. І вже залежно від цих факторів планується напрям фронту гірничих робіт, висота вступів, обладнання для видобування та транспортування [1–9]. Виробничі процеси на кар'єрах ведуться в однаковій послідовності: підготовка порід до виймання, виймання та навантаження, транспортування й обробка. Питанням технології розробки родовищ природного каменю присвячені роботи [10–24]. Більшість сучасних досліджень стосується алмазно-канатної технології видобування, але технологія видобування блоків дисковими машинами залишається маловивченою.

**Постановка завдання** полягає у вивченні впливу режиму різання на швидкість зношення алмазного інструменту.

**Викладення основного матеріалу.** На продуктивність та час різання дискової машини впливає багато чинників. Одним з них є: будова алмазних напайок (тип алмазу, концентрація алмазу, розмір наповнювача, твердість металевої зв'язки); метод виготовлення сегмента; умови різання (швидкість різання, швидкість робочої подачі, глибина різання); режим різання (за подачею, проти подачі); фізико-механічні та мінералогічні властивості каменю, який видобувається; ефективність охолодження (тип теплоносія та витрата); стан дискової машини; майстерність оператора. Очевидно, що всі ці параметри вказують на складність системи і роблять прогнозування продуктивності надзвичайно важким завданням. Тим не менш, для того щоб можна було краще зрозуміти різні аспекти процесу різання граніту дисковими машинами, було проведено чимало досліджень різними вченими.

Літературні дослідження [1–10] показують, що визначення розпилювальності гранодіоритів передбачає велику кількість параметрів, які часто взаємопов'язані. Враховуючи цю складність, у цій роботі було зроблено спробу зосередити увагу лише на одному з аспектів процесу – швидкості зношення алмазного інструмента.

Експерименти проводилися на дисковій машині, яка мала діаметр пилки 2,5 м. Алмази були розміром 40/50 меш з концентрацією 50 %, концентрація дорівнює 4,4 карата алмазів на см<sup>3</sup> об'єму напайки), такі напайки рекомендуються для розпилювання твердих матеріалів. Витрати води склали 120 л/хв. Швидкість обертання вимірювали під час різання за допомогою безконтактного лазерного тахометра Benetech GM8905.



Рис. 1. Дискова машина Hualong ZGYK-3500

Для експериментів з різання було вибрано монолітну ділянку масиву гірської породи, яка не має видимих включень. Мінералогічний склад та фізико-механічні властивості досліджуваного гранодіориту наведено у таблиці 1.

Експерименти з різання проводилися як в режимі різання «за подачею» (рис. 2, а), так і «проти подачі» (рис. 2, б). Змінювалася швидкість робочої подачі в межах 0,3–0,6 м/хв та глибина різання 3–8 см. Різання проводили п'ять разів в обидві сторони. Отримані дані усереднювалися.

Таблиця 1

Фізико-механічні характеристики Покостівського гранодіориту

Об'ємна маса, кг/м <sup>3</sup>	2740
Водопоглинання, %	0,24
Міцність на стиск, МПа	220
Стирання, г/см <sup>2</sup>	0,64

Радіальне зношення сегментів визначалося вимірюванням висоти десяти маркованих сегментів (рис. 3), до і після завершення кожної серії випробувань. Зміна висоти сегмента вираховувалася як середнє значення трьох показників, які були виміряні у фіксованих місцях на кожному маркованому сегменті.

Таким чином, показники зношення пилки під час різання оцінювалися з урахуванням питомої швидкості зношення, яка визначалася як відношення радіального зношення пилки до площі пропилу.

Різання масиву гірських порід дискова машина виконує човниковим способом – в прямому та зворотному напрямках. Тобто дискова машина здійснює різання в напрямі «за подачею» та «проти подачі». Це відбувається тому, що напрям обертання пилки залишається однаковим, коли вона рухається вперед і назад.

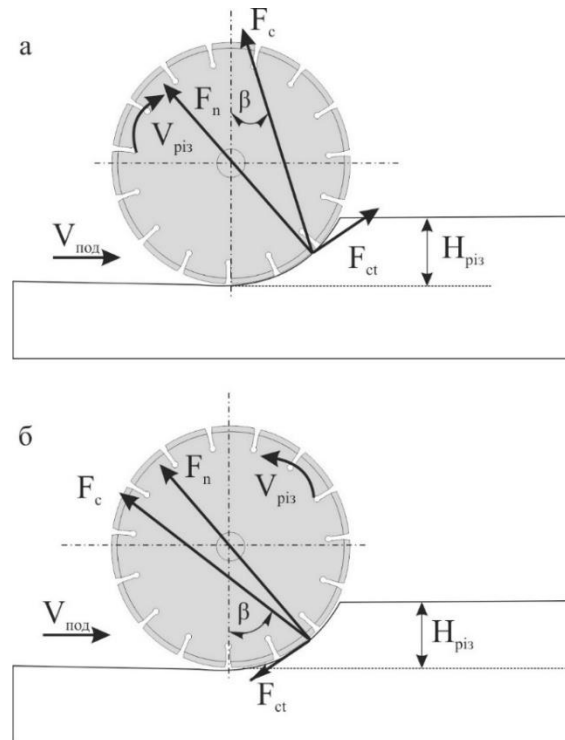


Рис. 2. Кінематика процесу різання для: (а) «різання за подачею» та (б) «різання проти подачі»



Рис. 3. Вигляд алмазних сегментів дискової пилки

Зношення алмазного інструменту відбувається менше за напрямом різання «проти подачі», ніж «за подачею». Цей факт можна пояснити відмінностями в кінематиці цих двох процесів. Під час різанні каменю в напрямі різання «за подачею» алмазні зерна напайки будуть проникати в камінь на всю глибину, вступаючи в контакт з ним. Оскільки цей процес починається з різання максимальної товщини стружки, алмазні зерна будуть піддаватися великим ударним навантаженням. Високі ударні навантаження врешті-решт призведуть до розриву та/або виколювання алмазних зерен зі зв'язки напайки, що спричинить швидке зношення пилки. За напрямом різання «проти подачі» алмазні зерна будуть починати різання з мінімальною товщиною стружки. Водночас алмазна напайка поступово буде піддаватися зростаючим навантаженням у міру збільшення товщини стружки, що призводить до тертя. Зменшити зношення алмазного шару в напрямі різання «за подачею» можна тільки обґрунтовано обраними режимами різання і конструктивними параметрами інструменту. Зв'язок силового і швидкісного режимів різання з конструктивними, техніко-економічними параметрами процесу різання приймається на основі кінематичної теорії поверхневого заглиблення гірських порід алмазно-абразивним інструментом.

Величину максимального заглиблення визначає кут контакту дискової пилки з каменем:

$$\varphi_k = \arcsin(2\bar{H} - \bar{H}^2)^{0.5},$$

де  $\bar{H} = H/R$  – відносна глибина пропилу;  $R$  – радіус дискового інструменту, м;  $H$  – глибина пропилу, м.

Щоб знизити рівень тангенціальних динамічних навантажень на алмазне зерно на початку контактування інструменту з породою в напрямі різання «за подачею», необхідно знижувати кут контакту, тобто глибину пропилу. Зменшення ударних навантажень на зерно підвищить зносостійкість алмазних сегментів. Питання полягає лише в тому, до якої межі знижувати кут (глибину різання) контакту і як ці параметри пов'язані з ефективністю багатопрхідного процесу різання природного каменю високої міцності.

Оскільки домінуючими експлуатаційними витратами є витрати на дорогий алмазний інструмент, то відповідь на поставлене запитання і рішення поставленого завдання доцільно шукати на основі мінімізації зношення сегментів. Водночас обґрунтування режимних параметрів різання і технологічного параметра за один прохід інструменту має комплексний підхід, який враховує роботу інструменту за напрямом різання «проти подачі» та «за подачею».

Для виявлення залежностей зношення алмазних сегментів від швидкості подачі інструменту і глибини різання за різних напрямів різання було проведено кілька серій експериментів, що відрізняються силовим режимом різання. Перша серія експериментів проводилася за постійної швидкості подачі та за різної глибини різання:  $V_{\Pi} = 0,6$  м/хв,  $H = 3; 5; 8$  см. Результати впливу режиму різання на питомих зношення наведено на рисунку 4.

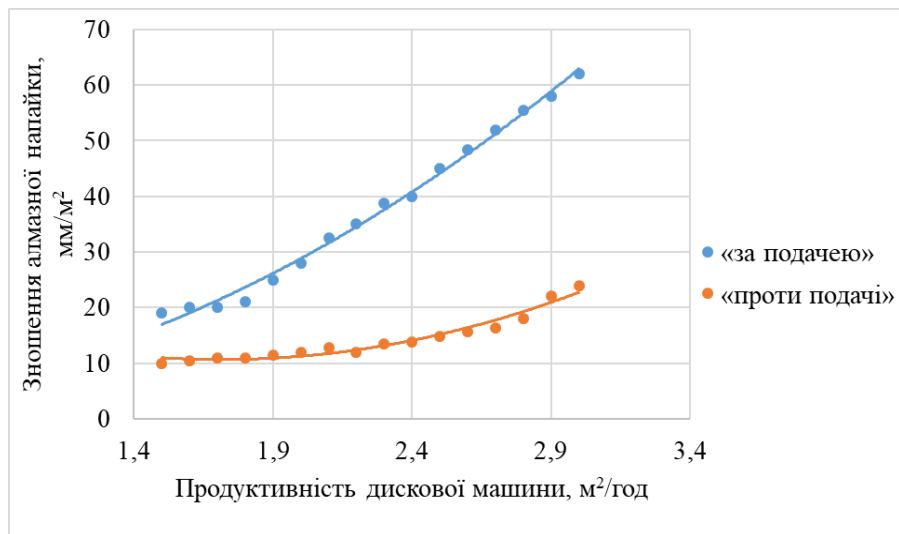


Рис. 4. Показники зношення інструменту за різних напрямів різання, за різної глибини різання ( $V_{\Pi} = 0,6$  м/хв,  $H = 3; 5; 8$  см)

За результатами цих досліджень, які наведені на рисунку 4, можна зробити такі основні висновки:

- зі збільшенням продуктивності зростає і питомих зношення інструменту;
- величина питомого зношення та інтенсивність його приросту в міру збільшення продуктивності залежить від способу подачі дискової пили;
- при підвищенні продуктивності різання в 2 рази питомих зношення сегментів збільшилося в 3,25 рази за напрямом різання «проти подачі» та в 2,4 рази «за подачею»;
- збільшення питомого зношення сегментів при режимі різання «проти подачі» щодо режиму різання «за подачею» для продуктивності  $\Pi = 1,5$  м²/год складає 1,9, а для продуктивності  $\Pi = 3$  м²/год – 2,6.

Була проведена друга серія експериментів за сталої глибини різання  $H = 8$  см та змінної швидкості робочої подачею  $V_{\Pi} = 0,3-0,6$  м/хв.

Результати експерименту в графічному вигляді наведено на рисунку 5. З результатів дослідження видно, що зі збільшенням продуктивності зростає питомих зношення алмазних сегментів, але з різною інтенсивністю, яка визначається способом подачі інструменту. З ростом продуктивності в 2 рази питомих зношення сегментів збільшилося в 3,45 рази за напрямом різання «за подачею» та в 2,62 рази «проти подачі».

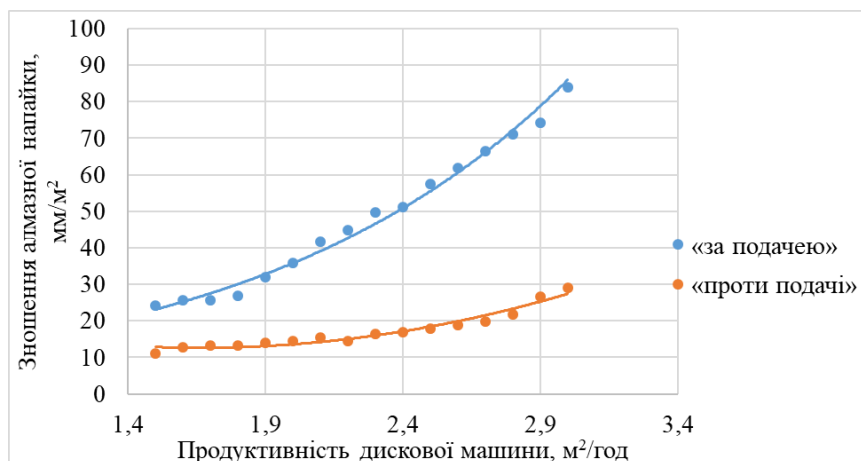


Рис. 5. Показники зношення інструменту за різних напрямів різання, за різної швидкості подачі ( $H = 8$  см,  $V_{\text{п}} = 0,3-0,6$  м/хв)

**Висновки.** З метою досягнення найкращих техніко-економічних показників, результати експериментальних досліджень дають можливість зробити головний висновок: алмазозберігаючому режиму багатопрхідного різання має відповідати умова однакового питомого зношення сегментів, тобто умова їх рівного стирання за напрямом різання «проти подачі» та «за подачею». При збільшенні глибини різання та зменшенні робочої подачі енерговитрати будуть меншими, ніж при високій швидкості подачі та невеликій глибині різання. Режим проти подачі має менші енерговитрати різання, тому при цьому русі можливо збільшувати глибину різання, що підвищить продуктивність різання.

#### Список використаної літератури:

- Обґрунтування методики вибору напрямку ведення гірничих робіт для дискових машин / *Р.В. Соболевський та ін.* // Вісник Житомирського державного технологічного університету / Серія : Технічні науки. – 2019. – № 2 (84). – С. 166–175.
- Встановлення питомої продуктивності різання природного каменю дисковими пилами / *В.В. Мамрай та ін.* // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – 2019. – № 58. – С. 75–83.
- Дослідження показників очікуваних експлуатаційних втрат сировини при видобуванні блочної сировини дисковими каменерізними машинами / *В.В. Мамрай та ін.* // Вісник Житомирського державного технологічного університету / Серія : Технічні науки. – 2019. – № 1 (83). – С. 270–275.
- Mamray V.* Experience of Dimension Stone Extraction by Quarry Cutting Machine at Pokostovsky Deposit (Ukraine) / *V.Mamray, V.Korobiichuk, V.Shlapak* // Journal of Mining and Geological Sciences. – 2019. – Vol. 62, № 2. – P. 66–69.
- Коробійчук В.В.* Метод оцінки тиску, що виникає при тепловому розширенні кристалів солей і льоду в порях природного каменю / *В.В. Коробійчук* // Вісник ЖДТУ / Серія : Технічні науки. – 2011. – № 3 (58). – С. 176–179.
- Коробійчук В.В.* Залежність внутрішньопорового тиску від пружних властивостей природного каменю / *В.В. Коробійчук* // Вісник ЖДТУ / Серія : Технічні науки. – 2012. – № 1 (60). – С. 123–126.
- Іськов С.С.* Формування забарвлення декоративного каменю. Ч. 2. Штучне забарвлення кам'яних виробів / *С.С. Іськов, А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук* // Вісник ЖДТУ / Серія : Технічні науки. – 2011. – № 1 (56). – С. 100–108.
- Korobiichuk V.* Study of Ultrasonic Characteristics of Ukraine Red Granites at Low Temperatures / *V.Korobiichuk* // International Conference on Systems, Control and Information Technologies 2016. – Springer International Publishing. – 2016. – P. 653–658.
- Levytskyi V.* The optimization of technological mining parameters in quarry for dimension stone blocks quality improvement based on photogrammetric techniques of measurement / *V.Levytskyi, R.Sobolevskyi, V.Korobiichuk* // Rudarsko-geološko-naftni zbornik. – 2018. – Vol. 33, № 2. – P. 83–90.
- Застосування інформаційно-комп'ютерних технологій для дослідження гірничо-екологічних особливостей родовищ рудних і нерудних корисних копалин / *А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, Ю.О. Подчаїнський, О.О. Ремезова* // Вісник Житомирського державного технологічного університету / Серія : Технічні науки. – 2007. – № 1 (40). – С. 186–195.
- Shamrai V.* Influence of grinding-polishing of natural stone on its shine and lightness shades / *V.Shamrai, V.Korobiichuk* // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2014. – Vol. 5, № 5. – P. 71.
- Exploring the efficiency of applying fractal analysis for the process of decorative stone quality control / *R.Sobolevskyi, V.Korobiichuk, S.Iskov and other* // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 6/3 (84). – P. 32–40.
- Cluster analysis of fracturing in the deposits of decorative stone for the optimization of the process of quality control of block raw material / *R.Sobolevskyi, N.Zuievskaya, V.Korobiichuk and other* // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 5/3 (83). – P. 21–29.

14. Definition of hue of different types of pokostivskiy granodiorite using digital image processing / V.Korobiichuk, V.Shamrai, O.Iziumova and other // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 4/5 (82). – P. 52–57.
15. The study of corrosion resistance of Pokostivskiy granodiorites after processing by various chemical and mechanical methods / I.Korobiichuk, V.Korobiichuk, M.Nowicki and other // Construction and Building Materials. – 2016. – Vol. 114. – P. 241–247.
16. Коробіічук В.В. Дослідження впливу агресивного середовища на колірне забарвлення поверхні каменю / В.В. Коробіічук, І.В. Коробіічук, Г.М. Ломаков // Вісник Криворізького національного університету. – 2014. – № 28.
17. Коробіічук В.В. Вплив технологічних чинників на якість лицювального каменю / В.В. Коробіічук, С.О. Жуков, В.І. Астахов // Вісник Криворізького національного університету. – 2014. – № 28.
18. A procedure for modeling the deposits of kaolin raw materials based on the comprehensive analysis of quality indicators / R.Sobolevskiy et al. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2017. – № 3 (3). – С. 54–67.
19. Визначення оптимального напрямку ведення гірничих робіт при видобуванні блоків з природного каменю / А.О. Криворучко та ін. // Вісник ЖДТУ. – 2016. – № 3 (78). – С. 150–163.
20. Investigation of Leznikovskiy Granite by Ultrasonic Methods / I.Korobiichuk et al. // Archives of Mining Sciences. – 2018. – Vol. 63, № 1. – P. 75–82.
21. Shamrai V.I. Management of waste of stone processing in the framework of Euro integration of Ukraine / V.I. Shamrai, V.V. Korobiichuk, R.V. Sobolevskiy // Вісник Житомирського державного технологічного університету / Серія : Технічні науки. – 2017. – № 2 (80). – Т. 1. – С. 234–239.
22. Weakening of rock strength under the action of cyclic dynamic loads / V.Korobiichuk et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – Vol. 2, № 5 (92). – P. 20–25.
23. Change in the physicalmechanical and decorative properties of labradorite under thermal exposure / V.Korobiichuk, V.Shlapak, R.Sobolevskiy et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – Vol. 1, № 12 (97). – P. 14–20.
24. Analysis of change in the decorative properties of granites under thermal exposure / V.Korobiichuk, V.Shlapak, A.Kryvoruchko et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – Vol. 2, No. 12 (98). – P. 35–43.

#### References:

1. Sobolevskiy, R., Mamraj, V.V., Kryvoruchko, A.O., Korobijchuk, V.V. and Shlapak, V.O. (2019), «Obgruntuvannia metodyky vyboru napriamu vedennia hirnychykh robіt dlia dyskovykh mashyn», *Visnyk Zhytomyrs'kogo derzhavnogo tehnologichnogo universytetu*, Serija *Tehnichni nauky*, No. 2 (84), pp. 166–175.
2. Mamraj, V.V., Korobijchuk, V.V., Shlapak, V.O., Is'kov, S.S. and Panasjuk, A.V. (2019), «Vstanovlennja pytomoi' produktyvnosti rizannja pryrodnogo kamenju dyskovymy pylamy», *Zbirnyk naukovykh prac' Nacional'nogo girnychnogo universytetu*, No. 58, pp. 75–83.
3. Mamraj, V.V., Korobijchuk, V.V., Tolkach, O.M. and Shlapak, V.O. (2019), «Doslidzhennja pokaznykiv ochikuvanyh ekspluatacijnyh vtrat syrovyny pry vydobuvanni blochnoi' syrovyny dyskovymy kameneriznymy mashynamy», *Visnyk Zhytomyrs'kogo derzhavnogo tehnologichnogo universytetu*, Serija *Tehnichni nauky*, No. 1 (83), pp. 270–275.
4. Mamraj, V., Korobiichuk, V. and Shlapak, V. (2019), «Experience of dimension stone extraction by quarry cutting machine in pokostovsky deposit (Ukraine)», *Journal of mining and geological sciences*, Vol. 62 (2), pp. 66–70.
5. Korobijchuk, V.V. (2011), «Metod ocinky tysku, shho vynykaje pry teplovomu rozshyrenni krystaliv solej i l'odu v porah pryrodnogo kamenju», *Visnyk ZhDTU*, Serija *Tehnichni nauky*, No. 3 (58), pp. 176–179.
6. Korobijchuk, V.V. (2012), «Zalezhnist' vnutrishn'oporovogo tysku vid pruzhnyh vlastyvostej pryrodnogo kamenju», *Visnyk ZhDTU*, Serija *Tehnichni nauky*, No. 1 (60), pp. 123–126.
7. Is'kov, S.S., Kryvoruchko, A.O. and Korobijchuk, V.V. (2011), «Formuvannja zabarvlennja dekoratyvnogo kamenju», in parts, Part 2 «Shtuchne zabarvlennja kam'janyh vyrobiv», *Visnyk ZhDTU*, Serija *Tehnichni nauky*, No. 1 (56), pp. 100–108.
8. Korobiichuk, V. (2016), «Study of Ultrasonic Characteristics of Ukraine Red Granites at Low Temperatures», *International Conference on Systems, Control and Information Technologies*, Springer International Publishing, pp. 653–658.
9. Levytskyi, V., Sobolevskiy, R. and Korobiichuk, V. (2018), «The optimization of technological mining parameters in quarry for dimension stone blocks quality improvement based on photogrammetric techniques of measurement», *Rudarsko-geološko-nafni zbornik*, Vol. 33, No. 2, pp. 83–90.
10. Kryvoruchko, A.O., Korobijchuk, V.V., Podchashyn'skyj, Ju.O. and Remezova, O.O. (2007), «Zastosuvannja informacijno-komp'juternykh tehnologij dlia doslidzhennja girnycho-ekologichnyh osoblyvostej rodovyshh rudnyh i nerudnyh korisnykh kopalyn», *Visnyk Zhytomyrs'kogo derzhavnogo tehnologichnogo universytetu*, Serija *Tehnichni nauky*, No. 1 (40), pp. 186–195.
11. Shamrai, V. and Korobiichuk, V. (2014), «Influence of grinding-polishing of natural stone on its shine and lightness shades», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 5, No 5, P. 71.
12. Sobolevskiy, R., Korobiichuk, V., Iskov, S., Pavliuk, I. and Kryvoruchko, A. (2016), «Exploring the efficiency of applying fractal analysis for the process of decorative stone quality control», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 6/3 (84), pp. 32–40.

13. Sobolevskiy, R., Zuiavska, N., Korobiichuk, V., Tolkach, O. and Kotenko, V. (2016), «Cluster analysis of fracturing in the deposits of decorative stone for the optimization of the process of quality control of block raw material», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 5/3 (83), pp. 21–29.
14. Korobiichuk, V., Shamrai, V., Iziumova, O., Tolkach, O. and Sobolevskiy, R. (2016), «Definition of hue of different types of pokostivskiy granodiorite using digital image processing», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 4/5 (82), pp. 52–57.
15. Korobiichuk, I., Korobiichuk, V., Nowicki, M., Shamrai, V., Skyba, G. and Szewczyk, R. (2016), «The study of corrosion resistance of Pokostivskiy granodiorites after processing by various chemical and mechanical methods», *Construction and Building Materials*, Vol. 114, pp. 241–247.
16. Korobijchuk, V.V., Korobijchuk, I.V. and Lomakov, G.M. (2014), «Doslidzhennja vplyvu agresyvnogo seredovyshha na kolirne zabarvlennja poverhni kamenju», *Visnyk Kryvoriz'kogo nacional'nogo universytetu*, No. 28.
17. Korobijchuk, V.V., Zhukov, S.O. and Astahov, V.I. (2014), «Vplyv tehnologichnyh chynnykiv na jakist' lycejval'nogo kamenju», *Visnyk Kryvoriz'kogo nacional'nogo universytetu*, No. 28.
18. Sobolevskiy, R. and others (2017), «A procedure for modeling the deposits of kaolin raw materials based on the comprehensive analysis of quality indicators», *Vostochno-Europejskij zhurnal peredovyh tehnologij*, No. 3 (3), pp. 54–67.
19. Kryvoruchko, A.O. and others (2016), «Vyznachennja optimal'nogo naprjamku vedennja girnychyh robot pry vydobuvanni blokiv z pryrodnogo kamenju», *Visnyk ZhDTU*, No. 3 (78), pp. 150–163.
20. Korobijchuk, I. and others (2018), «Investigation of Leznikovskiy Granite by Ultrasonic Methods», *Archives of Mining Sciences*, Vol. 63, No. 1, pp. 75–82.
21. Shamrai, V.I., Korobiichuk, V.V. and Sobolevskiy, R.V. (2017), «Management of waste of stone processing in the framework of Euro integration of Ukraine», *Visnyk Zhytomyr'skogo derzhavnogo tehnologichnogo universytetu, Serija Tehnichni nauky*, No. 2 (80), Vol. 1, pp. 234–239.
22. Korobijchuk, V. and others (2018), «Weakening of rock strength under the action of cyclic dynamic loads», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 2, No. 5 (92), pp. 20–25.
23. Korobiichuk, V., Shlapak, V., Sobolevskiy, R., Sydorov, O. and Shaidetska, L. (2019), «Change in the physicalmechanical and decorative properties of labradorite under thermal exposure», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 1, No. 12 (97), pp. 14–20.
24. Korobiichuk, V., Shlapak, V., Kryvoruchko, A., Sobolevskiy, R. and Zuiavska, N. (2019), «Analysis of change in the decorative properties of granites under thermal exposure», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 2, No. 12 (98), pp. 35–43.

**Мамрай** Василь Васильович – старший викладач кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

Наукові інтереси:

- видобування блочного каменю;
- відкрита розробка родовищ корисних копалин

<https://orcid.org/0000-0002-6549-1977>.

**Коробійчук** Валентин Вацлавович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т. Державного університету «Житомирська політехніка».

Наукові інтереси:

- видобування та обробка природного каменю;
- вибухові роботи.

<https://orcid.org/0000-0002-1576-4025>.

**Криворучко** Андрій Олексійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

Наукові інтереси:

- видобування та обробка природного каменю;
- геометризація родовищ природного каменю.

<https://orcid.org/0000-0003-3332-2631>.

**Ковалевич** Людмила Анатоліївна – старший викладач кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

Наукові інтереси:

- маркшейдерія;
- цифрове моделювання покладів бурштину.

<https://orcid.org/0000-0001-9158-2576>.

**Заруцький** Сергій Олександрович – аспірант кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т. Державного університету «Житомирська політехніка».

Наукові інтереси:

- видобування та обробка природного каменю;
- вибухові роботи.

Стаття надійшла до редакції 14.04.2020.