

# Розробка родовищ корисних копалин. Маркшейдерське забезпечення геотехнологій

UDC 622.1.35

**D. Stetsyuk, student of second year**  
**V. Shlapak, PhD**  
*Zhytomyr state technological university*

## **PERSPECTIVES OF EUROINTEGRATION IN UKRAINE. ACTUALIZATION OF EUROPEAN TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR DRILLING HOLES IN MINING INDUSTRY**

Ukraine has hundreds of ore and non-ore deposits and belongs to the leading mineral-raw countries of the world. On the territory of our country there are many deposits of different rocks. One of the problems of mining production is to get the mined rock mass of a given granulometric composition after drilling and blasting operations. The solution of this problem can be achieved by choosing the optimal parameters of drilling, blasting and other technological innovations that improve the parameters of crushing the rock mass. Due to the high cost of industrial explosives, the lack of reliable methods for geological mapping of developed areas, a large variety of rock masses with different crack level, structure, physical and mechanical properties, and a number of other factors, the appearance of non-standard pieces of rock (oversized) exists. An important problem that exists after drilling and blasting is the result in getting of mixed and large pieces of rock. In iron ore quarries of Ukraine, the average output of oversized pieces is more than 2% of the total output of the rock mass. In granite quarries, the output of oversized pieces reaches 10%. The high output of oversized pieces worsens the technical and economic performances of enterprises, complicates the technological processes of mining, reduces the productivity of loading and transportation, increases the cost price of rock extraction, etc.

The purpose of this work is to study new technological solutions that can improve the efficiency of mining work, which makes it relevant.

One of the reasons for the appearance of oversized pieces of rock is the quality of drilling operations, namely precision drilling in accordance with the designed direction.

Factors which influence on the hole deviation are the mineralogical composition of the rocks, the cracks of the massif, the meeting of the drilling tool with boulders, solid inclusions, cracks and cavities, crossing of hole with shale and fine-grained rocks at an acute angle, incorrect installation of the machine and steering of the pipe, drilling with a short core tube, especially in rocks with the alternation of solid and soft rocks, drilling with small diameter pipes in a hole with a large diameter, drilling with curved pipes, etc.

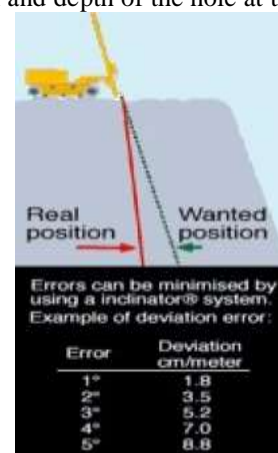
Inclinometry determines the causes of hole deviation during drilling and deals with the solutions of their elimination tasks. Also inclinometry is a method for determining the spatial position of the hole with continuous measurement by inclinometers. According to the measurement of the angle, azimuth and depth of the hole at the measuring point, a plan (inclinogram) is constructed, which is the projection of the hole axis on a horizontal plane, and a profile is constructed, which is a vertical projection on the plane of the magnetic meridian of the geological cross-section of the deposit passing through the explored hole. The presence of actual (current) holes coordinates provides the basis for assessing the quality of their drilling and accurately determining the intersection points of different areas of the geological cross-section, that is, makes it possible to determine the correctness of drilling in a given direction. This allows us to correctly assess the spatial location of holes and choose a rational scheme for drilling and blasting operations.

Transtronic, Sweden, is widely and effectively involved in this. Transtronic develops equipment and software to achieve the highest accuracy of drilling, which will increase the efficiency of process, profitability for the customers and reduce the impact on the environment. This company has been working with advanced drilling equipment since 1972, such as Atlas Copco, CAT, etc.

In mining drilling large cost savings can be done. Even such limited hole deviation as 1 – 3 degrees from the precalculated hole direction gives unacceptable cost increases for drilling and blasting. The possible hole deviation is presented on pic. 1.

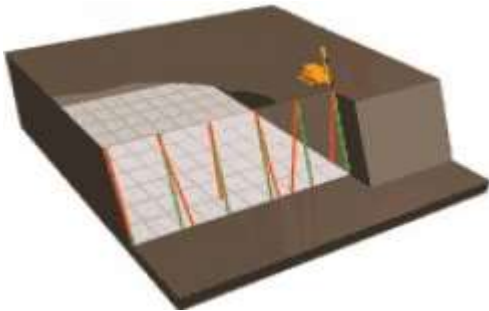
Using inclinators@system allows:

- shorten the measurement time
- less drill meter
- reduce consumption of explosives
- reduce consumption of drill bits and steels
- increase safety
- less overbreak
- uniform fragmentation
- less secondary blasting

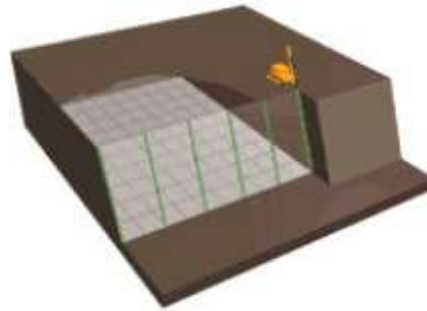


Pic1. Hole deviation

On fig. 2a. and fig. 2b. different variants of drilling operations are presented, namely with and without the system inclinometer@system. These pictures show that the using inclinometric devices to control the direction of deviation allow drilling holes in accordance with a given direction.

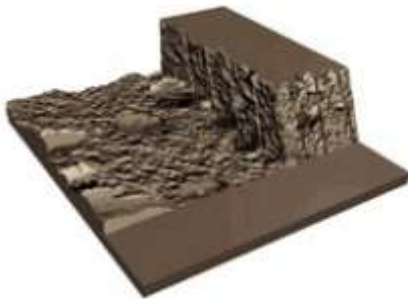


*Fig. 2a. Drilling without inclinometer@system*



*Fig. 2a. Drilling with inclinometer@system*

Fig. 3a. and fig. 3b. show the state of mass after the blasting and excavation. We can compare how the appearance of the working place and walls in a career changes. The surfaces become more uniform, with no undeveloped areas, which allow more efficient excavation of rock, cleaning down the working place, etc. The shapes of the surfaces are presented in fig. 3a. and fig.3b.



*Fig. 3a. The shape of the working place after removal of the rock without using the inclinometer@system*



*Fig. 3b. The shape of the working place after removal of the rock with using the inclinometer@system*

The advantage of the practical use of inclinometry is the accuracy of measuring the angles the angles of deviations, with the hole axis at a certain level may deviate from the vertical, and the accuracy of the azimuth measurement reaches several degrees. Using of inclinometers is particularly useful for drilling inclined holes.

The problem with using of inclinometric measuring tools and software to it is the expensive price and language, which inclinometer use, is not available to most citizens of our country.

Inclinometry combines modern developments in such fields as gyroscopic instrumentation, electronics, digital signal processing, mathematics, and many others.

Taking into account all advantages and disadvantages of using inclinometry in mining, it can be concluded that the control of the direction of drilling can significantly improve the technical and economic performance of mining enterprises by increasing the efficiency of drilling, blasting and excavation of rocks.

#### **Literature:**

1. Quality control of drilling operations for efficiency upgrading of creation of separation plane by lineage drilling / R.Sobolevskiy, V.Shlapak // Metallurgical and mining industry. – 2016. – Vol. 2. – Pp. 167–173.
2. Spatial modeling of the influence of mining-geometric indices on the efficiency of mining / R.Sobolevskiy, I.Korobiichuk, M.Nowicki, R.Szewczyk, V.Shlapak // Archives of Mining Sciences, The Journal of Committee of Mining of Polish Academy of Sciences. – 2017. – Vol. 62, Issue 4, – Pp. 857–869.
3. Exploring the efficiency of applying fractal analysis for the process of decorative stone quality control / R.Sobolevskiy, V.Korobiichuk, S.Iskov, I.Pavliuk, A.Kryvoruchko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 6 / 3 (84). – Pp. 32–40.

**Tolkach O.M., PhD, Assoc. Prof. at the Department of Mining named after prof. Bakka M.T.  
Vashchuk O.M., Lecturer at the Department of Mine Surveying  
Kolodiy M.A., Senior Lecturer at the Department of Mining named after prof. Bakka M.T.  
Zhytomyr State Technological University**

### GEOSTATISTICAL MODELLING OF SPATIAL DISTRIBUTION OF KAOLIN AND PYROPHYLLITE QUALITY INDEXES

Kaolin ( $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ ) and pyrophyllite ( $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$ ) are the most common minerals of a group of hydrated aluminum silicates. The formation of the pyrophyllite is mainly due to the impact of metamorphic processes on the tuff-kaolin materials, which were formed as the result of eroding and redeposition of the local effusive rocks. In general kaolin and pyrophyllite have a number of valuable physical and chemical properties such as refractoriness, acid resistance, dielectricity, heat accumulation and other. Complex of properties make it possible to use it in many market sectors. A wide range of products which can be produced from these minerals causes wide differentiation of requirements for quality control and production. For many industries the main quality indicators of kaolin and pyrophyllite are  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ , weight loss on calcination (WLC), moisture and whiteness. For example, in the ceramic industry as usual limits are set for the content on  $Fe_2O_3$  ( $\leq 1,0\%$ ),  $Na_2O_3+K_2O_3$  ( $\leq 1,5\%$ ) and WLC ( $\leq 6,0\%$ )

An optimal gridding method for the geological dataset coming from the Kuryanovsky pyrophyllite deposit and Velyko-Gadominetsky kaolin deposit was selected based on a geostatistical analysis using Kriging as the interpolator. The Kriging estimation was based on modeling the experimental variograms for different directions as seen in previously in similar geostatistical analysis.

Variogram analysis and modeling was done in order to accurately quantify spatial correlation, range and direction between pairs of samples as distances and direction vary. The variogram is defined as the representation of variability between pairs of samples at certain distances and directions. On the variogram diagram, each point indicates the value of spatial variability between pairs of samples at a given direction for the corresponding magnitude of a separation vector  $h$ .

Data pairs having certain interval are used to calculate variance as seen in the following generalized formula:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N [z(x_m + h) - z(x_m)]^2 \quad [1]$$

where  $\gamma(h)$  is the variance of sample points located at  $h$  distance apart,  $z(x_m)$  is data at sample point  $x_m$ ,  $z(x_m+h)$  is data at sample point,  $h$  distance apart from sample point  $x_m$ ,  $h$  is distance increment in between sample points (lag distance),  $N$  is number of sample pairs.

In this study, the semivariogram function was used as the experimental measure of spatial variability. For example, the variogram analysis was made using the main quality indicators used by the ceramics industry (for pyrophyllite) and for the production of electrothermal silumin and ultramarine. The experimental variograms for each of quality indicators were built using contouring program (SURFER from Golden Software).

On the first step the directional experimental variograms for each quality indicators were computed along a total of 8 horizontal directions. The horizontal angle increments were  $22.5^\circ$  ( $0^\circ, 22.5^\circ, 45^\circ, 67.5^\circ, 90^\circ, 112.5^\circ, 135^\circ$  and  $157.5^\circ$ ).

Kriging is based on calculation of weights for surrounding sample points to extend data to a point, area or volume. Estimation after determining the weights is provided by equation below:

$$z_{i,j,k}^* = \sum_{m=0}^n \lambda_{x_m} z(x_m) \quad [2]$$

where  $z_{i,j,k}^*$  is estimated value at coordinates of  $(i,j,k)$ ,  $\lambda_{x_m}$  is weights of sample  $x_m$ ,  $z(x_m)$  is value of sample  $x_m$ .

The weights are calculated by solving below matrix equation:

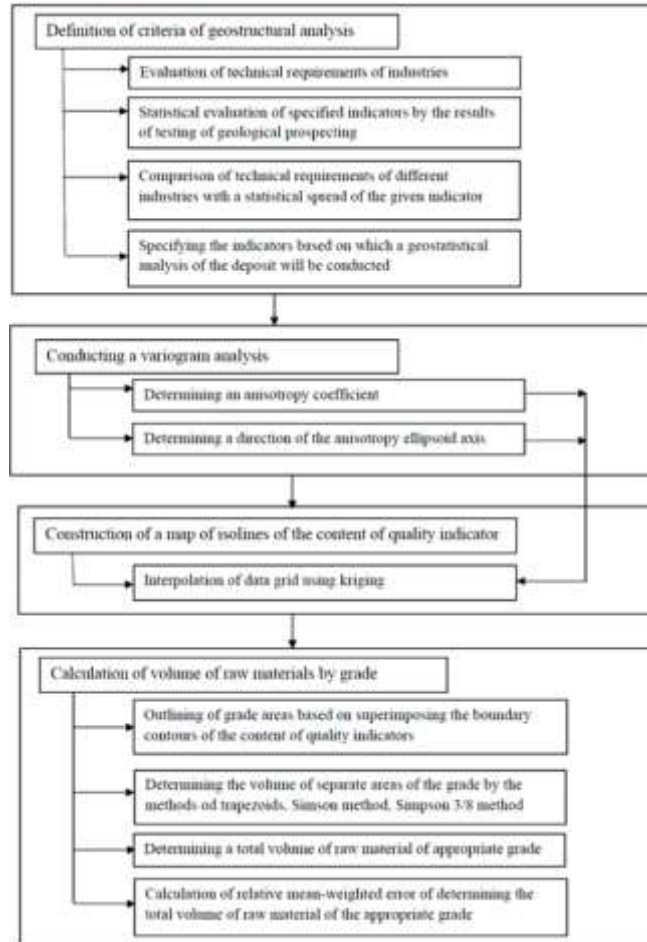
$$\begin{bmatrix} \sigma_{x_i x_j} \\ \mu \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_i \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{v_i} \\ \mu \end{bmatrix} \quad [3]$$

or in open form:

$$\begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \cdots & \sigma_{1n} & 1 \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \cdots & \sigma_{2n} & 1 \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} & \cdots & \sigma_{3n} & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & 1 \\ \sigma_{m1} & \sigma_{m2} & \sigma_{m3} & \cdots & \sigma_{mn} & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad [4]$$

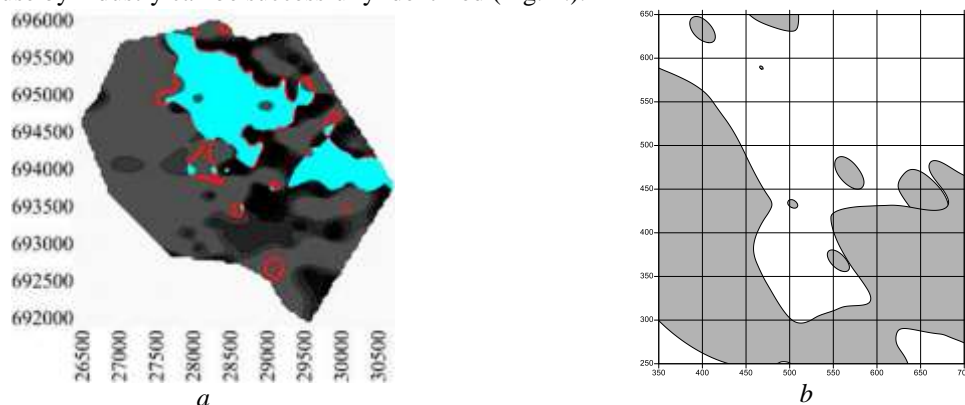
The first square matrix on the left side of equation 4 indicates the calculated covariance values in between sample points. The second matrix in equation 4 includes weights and the Lagrange multiplier. The matrix at right hand side of the equation has co-variance values between the target estimation point and the neighboring sample points. The elements of co-variance matrices are calculated by using the variogram model. The only next step is entering distance values in variogram model, and calculating the corresponding variance.

Block diagram of geostatistical calculation of volume which can be used for kaolin and pyrophyllite deposits is shown in Fig. 1.



*Fig. 1. Structural scheme of the procedure of geostatistical calculation of reserves of kaolin and pyrophyllite deposits*

Based on the variogram analysis and applying the kriging interpolator the spatial characterization and corresponding maps for each quality indicator were built and feasible zones of kaolin and pyrophyllite for potential use by industry can be successfully identified (Fig. 2.).



*Fig. 2. Combined maps with fitted zones on the Velyko-Gadominetsky kaolin deposit for the production of electrothermal silumin (a) and Kuryanovsky pyrophyllite deposit for the ceramic industry (b)*

**А.Ю. Барановський, аспірант**  
**Р.В. Соболевський, д.т.н., проф.**  
Житомирський державний технологічний університет

### МЕТОДИ ОЦІНКИ ЛЕЩАДНОСТІ

Оскільки форма зерен має суттєвий вплив на якість, міцність і зносостійкість щебеню оцінка геометричних параметрів зерен щебеневої продукції є необхідною умовою при її виготовленні. Головним параметром цієї оцінки являється лещадність. Вона визначається у відсотковому вмісті пластичних і голчастих зерен в загальному об'ємі щебеню. Пластинчастим вважається камінь довжина якого в 3 і більше рази перевищує його товщину, а голчастим – камінь в якого довжина більше ширини не менше як в 3 рази. За вмістом зерен лещадної форми визначають групу дроблення продукту, які поділяються від I до IV.

I група – так званий кубовидний щебінь, в якому відсотковий вміст лещадних елементів не перевищує 10%. Такий матеріал, вважається найкращим для виготовлення залізобетонних конструкцій, а також рекомендується для формування верхнього шару дорожнього покриття. До II-ї групи належить щебінь, в якому відсотковий вміст небажаних зерен становить 15–25 %. III група – вміст лещадних зерен в загальному об'ємі продукції 25–35 %. До IV-ї групи відносять щебінь вміст небажаних елементів в якому складає 35–50 %.

На сьогоднішній день метод визначення лещадності щебеню є важливою задачею, оскільки одні методи є точними але складними, а інші простими у виконанні проте досить не точними (оцінка за допомогою шаблона) через вплив людського фактора. Ідеальний же метод має бути точним, виключати людський фактор і швидким у виконанні.

У роботі М.Ю. Рябчикова представлено спосіб визначення форми зерен щебеню за його цифровим зображенням (рис. 1). Даний метод ґрунтується на обробленні знімків загальної маси продукції, що підлягає оцінці їх параметрів і пошуку границь, для легкості виділення окремих елементів.



Рис. 1. Вихідне зображення (а), результат графічної обробки (б)

Недоліком даного способу є складність і неточність при визначенні границь, якщо зерна щебеню лежать щільно один до одного, що вимагає більш детальної обробки зображення і значних затрат часу на виконання даних дій.

Не менше популярним є лабораторний спосіб визначення лещадності. Суть даного метода заключається у використанні спеціального штангельциркуля, який має співвідношення розмірів між верхніми і нижніми рухомими площинами 1/3. Щебінь своєю більшою стороною (довжиною) заміряється у нижніх площині, фіксується виміряне значення на приладі, а товщина зразка заміряється в верхній площині. Якщо товщина зразку менше відстані між верхніми лапками приладу, тоді даний екземпляр вважається лещадним.

Ще одним популярним методом визначення лещадності прийнятим ГОСТ 8269.0-97 є оцінка шляхом розсіву проби на стандартному наборі сит. Сита і дротяні круглі калібри з отворами, відповідними номінальними розмірами зерен даної фракції: 1,25D; D; 0,5 (D + d); d, а також 2,5 і 1,25 мм.

Пробу просіюють ручним або механічним способом через сита з отворами зазначених вище розмірів, зібрані послідовно в колонку, починаючи знизу з сита з отворами меншого розміру, при цьому товщина шару щебеню на кожному з сит не повинна перевищувати максимальної величини зерен щебеню.

За результатами просіювання визначають залишок на кожному ситі  $a_i$  %, за формулою (1.1):

$$a_i = \frac{m_i}{m} 100, \quad (1)$$

де  $m_i$  – маса залишку на даному ситі, г;

$m$  – маса проби, г.

Визначають повні залишки на кожному ситі у відсотках маси проби, що дорівнює сумі залишків на даному ситі і всіх ситах з більшими розмірами отворів.

Також для оцінки лещадності щебеню можна використати програму Gwyddion. За допомогою даного програмного забезпечення по фотографії зразків щебеню можна виділити маску, попередньо виділивши на зображенні точки. У результаті даних операцій маємо наступне вихідне зображення (рис.2),

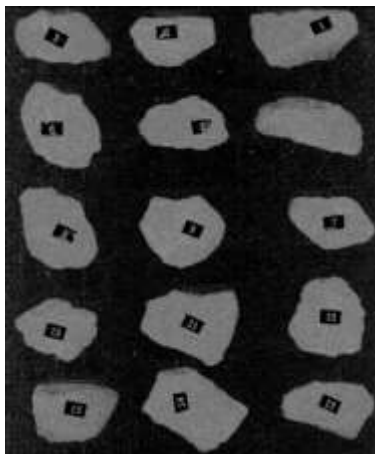


Рис. 2. Виділена маска зображення за допомогою програми Gwyddion

За допомогою програми Компас 3D можемо оконтурити виділену маску і визначити площу та довжину контуру кожного окремого елемента. Отримані дані записуємо до *табл. 1*.

Таблиця 1

Результати оконтурювання зразків

№ зраз.	Довжина	Площа контуру,
1	161,4	1511
2	126,6	1030
3	138,2	1222
4	151,8	1322
5	129,8	1103
6	148	1533
7	126,9	1060
8	139,4	1390
9	145,5	1467
10	143,8	1436
11	159,9	1626
12	127,5	1083
13	135,2	1150
14	160,5	1673
15	137	1277

Недоліком дослідження зразків по фотографії є неможливість відображення всіх трьох сторін зразка що досліджується, тобто за один прийом маємо змогу визначити тільки один з параметрів лещадності голчастість або пластинчастість. Для повного визначення характеристик форми щебеню за фотознімком необхідно як мінімум два знімки, котрі будуть розташовані у взаємно перпендикулярних площинах. Здавалося б проблему можна вирішити при фотографуванні зразків під кутом відмінним від 90° по відношенню до площини на якій розміщено щебінь. Так одночасно можна визначити всі 3 показники форми об'єкта довжину, ширину і товщину. Однак виникає проблема з графічним виділенням контурів. Для вирішення даної проблеми можна застосувати бокову підсвітку зразків при фотографуванні, що дасть змогу за допомогою переходів світлих і темних сторін каменю визначити його контури. Проте дана теорія ще вимагає перевірки її ефективності на практиці.

Бондарчук В.П., магістрант  
Шамрай В.І., к.т.н., ст. викл.

Житомирський державний технологічний університет

### ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ХІМІЧНИМИ ПРОСОЧУВАЛЬНИМИ ЗАСОБАМИ ПОВЕРХОНЬ ПРИРОДНОГО ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ

Хімічні просочувальні засоби, що широко розповсюджені на ринку України є малодослідженими для українського природного каменю, відповідно до цього слід дослідити їх вплив на показники блиску, насиченості та світлості різних типів природного каменю. Тому оцінка ефективності використання хімічної обробки на різних видах природного облицювального каменю є актуальною науково-практичною задачею.

У якості хімічних просочувальних засобів використовувалися:

1. засіб для імпрегнації Tenax Easywet, на основі лаку, який надає поверхні ефект мокрого каменю та застосовується для обробки поверхні всіх видів природного каменю для захисту від вологи, масла, жиру і посилення кольору;

2. прозорий кристалізатор – Kristalizer, на основі розчину силікатів з воском, що застосовується для поліпшення блиску і насиченості кольору всіх видів природного облицювального каменю;

3. кристалізатор чорного кольору – Gabbro+ для виробів з натурального каменю (чорних відтінків) таких як: граніт, габро, лабрадорит. Засіб глибоко проникає і закриває пори, мікротріщини, захищаючи камінь від руйнування. Підсилює і насичує колір каменю та надає каменю делікатний блиск;

4. кристалізатор червоного кольору – Leznik, на основі розчину силікатів з червоними пігментами для виробів з натурального каменю (червоних відтінків). Використовується з метою насичення кольору, підкреслення текстури та збільшення блиску каменю.

Після визначення блиску полірованих зразків гірських порід проводиться нанесення хімічних просочувальних засобів між процесом просочення та процесом зняття показників необхідний проміжок часу для поглинання засобу поверхнею зразка та кращого насичення в іншому випадку показники блиску будуть хибними. Зміна блиску після обробки механічними та хімічними методами показана на рис. 1.

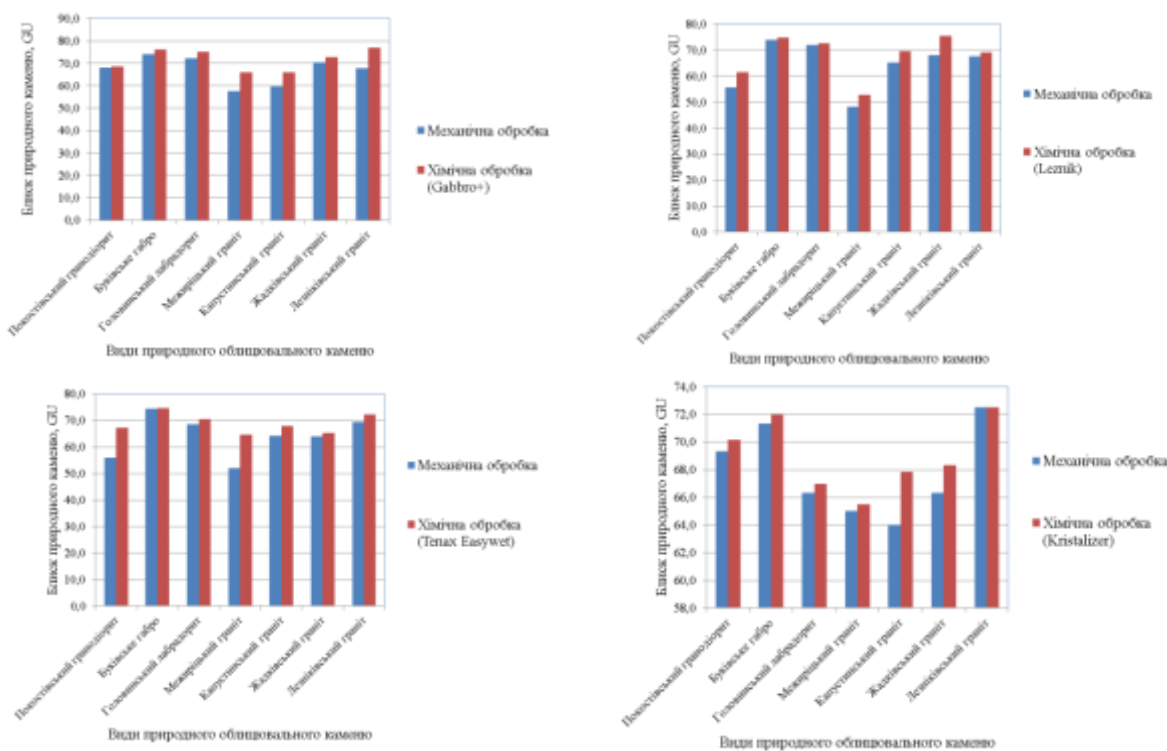


Рис. 1. Діаграми зміни середніх значень блиску після обробки хімічними просочувальними засобами

З діаграм зміни середніх значень блиску після обробки хімічними просочувальними засобами полірованої поверхні природного каменю видно, що при хімічній обробці на різних видах природного каменю блиск збільшується при обробці наступними засобами: Gabbro+ – від 0,5 до 9,2 GU; Leznik – від 0,7 до 7,5 GU; Tenax Easywet – від 0,3 до 12,7 GU; Kristalizer – від 0 до 3,8 GU.

Також було досліджено вплив хімічної обробки на світлість та насиченість поверхні природного облицювального каменю.

Після обробки хімічними просочувальними засобами полірованої поверхні природного каменю на різних видах природного каменю світлість зменшується при обробці наступними засобами: Gabbro+ – від 2 до 14 %; Leznik – від 0 до 12 %; Tenax Easywet – від 1 до 10 %; Kristalizer – від 1 до 9 %.

Також, після обробки хімічними просочувальними засобами полірованої поверхні природного каменю на різних видах природного каменю насиченість змінюється при обробці наступними засобами: Gabbro+ – від -83 до 3 %; Leznik – від -1 до 48 %; Tenax Easywet – від 4 до 32 %; Kristalizer – від -16 до 48 %.

Внаслідок проведеного дослідження, можна зробити висновок, що кожен з хімічних просочувальних засобів по різному впливає на декоративні показники поверхні природного облицювального каменю. Вони збільшують блиск, затемнюють камінь, можуть як і покращувати його насиченість, так і погіршувати. Ефективність їх використання залежить від мінералогічного складу природного каменю. Так, Gabbro+ взаємодіє з плагіоклазом, але погано взаємодіє з мікрокліном та кварцом; Leznik взаємодіє з мікрокліном, але погано взаємодіє з плагіоклазом та кварцом; Tenax Easywet та Kristalizer взаємодіє з плагіоклазом та мікрокліном, але погано взаємодіє з кварцом.

### **Література.**

1. Шамрай, В. І. Управління декоративними властивостями гірських порід на основі фактурної обробки. дисертація канд. тех. наук. - 2017.
2. Korobiichuk V. Study of Ultrasonic Characteristics of Ukraine Red Granites at Low Temperatures // International Conference on Systems, Control and Information Technologies 2016. Springer International Publishing. 2016. С. 653–658.
3. Levytskyi V., Sobolevskyi 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. Т. 33. № 2. С. 83–90.
4. Криворучко А.О., Коробійчук В.В., Подчашинський Ю.О., Ремезова О.О. Застосування інформаційно-коп'ютерних технологій для дослідження гірничо-екологічних особливостей родовищ рудних і нерудних корисних копалин // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. 2007. № 1 (40). С. 186–195
5. Shamrai V., Korobiychuk V. Influence of grinding-polishing of natural stone on its shine and lightness shades // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2014. Т. 5. №. 5. С. 71.
6. Sobolevskyi R., Korobiichuk V., Iskov S., Pavliuk I., Kryvoruchko A. Exploring the efficiency of applying fractal analysis for the process of decorative stone quality control // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 6 / 3 (84). P. 32–40.
7. Закусило Р.В., Кравець В.Г., Коробійчук В.В. Засоби ініціювання промислових зарядів вибухових речовин: монографія/Житомир: ЖДТУ, 2011. 212 с.
8. Кравець В.Г. Фізичні процеси прикладної геодинаміки вибуху : монографія / В.Г. Кравець, В.В. Коробійчук, В.В. Бойко. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 408 с.
9. Sobolevskyi R., Zuievskan N., Korobiichuk V., Tolkach O., Kottenko V. 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. 2016. 5/3 (83). P. 21–29.
10. Korobiichuk V., Shamrai V., Iziumova O., Tolkach O., Sobolevskyi R. Definition of hue of different types of pokostivskiy granodiorite using digital image processing // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. 4/5 (82). P. 52–57.
11. Korobiichuk I., Korobiichuk V., Nowicki M., Shamrai V., Skyba G., Szewczyk R. The study of corrosion resistance of Pokostivskiy granodiorites after processing by various chemical and mechanical methods // Construction and Building Materials. 2016. Volume 114. P. 241–247.
12. Коробійчук В. В., Коробійчук І. В., Ломаков Г. М. Дослідження впливу агресивного середовища на колірне забарвлення поверхні каменю // Вісник Криворізького національного університету. 2014. №. 28.
13. Коробійчук В. В., Жуков С. О., Астахов В. І. Вплив технологічних чинників на якість облицювального каменю // Вісник Криворізького національного університету. 2014. №. 28.
14. Sobolevskyi R., Vaschuk O., Tolkach O., Korobiichuk V., Levytskyi V. A procedure for modeling the deposits of kaolin raw materials based on the comprehensive analysis of quality indicators // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2017. №. 3 (3). С. 54–67.
15. 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.  
УДК 622.271



**Є.І. Бондарь, студ.**  
**А.І. Крючков, к.т.н., доц.**  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

### ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОПАННЯ ЕКСКАВАТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

При дослідженні використані результати математичного моделювання процесу копання ґрунту ковшем екскаватора з доповненням експериментальними даними для екскаватора ЕКГ-5А. Застосовуючи принцип дуальності при русі маси в просторі, рівняння процесу копання можна записати у формі рівняння Гамільтона-Якобі

$$\frac{\partial D_{\Pi}}{\partial t} - \frac{e_F^{\circ} \Pi_K}{E_{x.x.}} D_{\Pi} = (T + U), \quad (1)$$

де  $D_{\Pi}$  – механічна дія, що створюється приводом підйому і витрачається на процес відділення стружки від масиву, її руйнування, заповнення гірською породою ковша, на накопичення кінетичної ( $T$ ) і потенціальної ( $U$ ) складових енергії, Дж·с;  $e_F^{\circ}$  – питома динамічна енергоємність руйнування і заповнення ковша гірською породою, Дж/м<sup>3</sup>;  $E_{x.x.}$  – втрати енергії холостого ходу приводу підйому, Дж;  $T = \left( m_0 + \frac{\rho}{2} EK_e \right) \frac{V_K^2}{2}$  – кінетична енергія руху рукояті з ковшем і гірською породою, Дж;  $m_0$  – маса рукояті і порожнього ковша, кг;  $\rho$  – питома щільність ґрунту в ковші, кг/м<sup>3</sup>;  $E$  – об'єм ковша, м<sup>3</sup>;  $K_e = K_n/K_p$  – коефіцієнт експлуатації, що залежить від коефіцієнта наповнення ковша  $K_n$  і коефіцієнта розпушення  $K_p$ ;  $V_K$  – середня швидкість копання ґрунту ковшем, м<sup>3</sup>/с;  $U = \left( m_0 + \frac{\rho}{2} EK_e \right) gh_k$  – потенціальна енергія ковша з ґрунтом, Дж;  $\Pi_K$  – продуктивність копання, м<sup>3</sup>/с.

Аналітичний розв'язок рівняння (1) може бути записаний з урахуванням початкових умов (при  $t = 0$ ;  $\Pi_K = 0$ ;  $m = m_0$ ;  $\frac{\partial D_{\Pi}}{\partial t} = E_{x.x.}$ ) для нашої задачі у вигляді

$$\begin{aligned} D_{\Pi} &= \left\{ \int_0^{t_k} (T + U) \exp \left[ - \int_0^{t_k} \frac{e_F^{\circ} \Pi_K}{E_{x.x.}} dt \right] dt + C \right\} \exp \left[ \int_0^{t_k} \frac{e_F^{\circ} \Pi_K}{E_{x.x.}} dt \right] = \\ &= (T + U)t_k + E_{x.x.} t_k \exp \left[ \int_0^{t_k} \frac{e_F^{\circ} \Pi_K}{E_{x.x.}} dt \right], \text{ Дж} \cdot \text{с}, \end{aligned} \quad (2)$$

Враховуючи, що за критерій ефективності прийнято значення питомої енергоємності процесу копання, вираз для нього з урахуванням часу копання на циклі може бути записано у вигляді, Дж/м<sup>3</sup>

$$e_K = \frac{D_{\Pi}}{t_k^2 EK_e}, \quad (3)$$

або після підстановки відповідних значень

$$e_K = \frac{N_{\Pi} \eta_{e-m}}{SV_K} \exp \left( \frac{K_F^{\circ} \cdot SV_K}{N_{\Pi} \eta_{e-m}} \right) + \left( \frac{m_0}{EK_e} + \frac{\rho}{2} \right) \frac{V_K^2}{2} + \left( \frac{m_0}{EK_e} + \frac{\rho}{2} \right) gh_k, \quad (4)$$

де  $N_{\Pi}$  – потужність приводу підйому, Вт;  $\eta_{e-m}$  – електромеханічний ККД приводу і механізму копання, враховує втрати холостого ходу;  $S = a \cdot b$  – площа поперечного перерізу стружки, що знімається з урахуванням її товщини  $a$  і ширини  $b$ , м<sup>2</sup>;  $V_K$  – швидкість копання, м/с.

Результати розрахунку питомої енергоємності копання для екскаватора ЕКГ-5А за виразом (4) наведено на рис. 1 та в табл. 1.

Оптимальні параметри процесу копання для екскаватора ЕКГ-5А

Категорія ґрунта	$e_k^{\min}$ , МДж/м <sup>3</sup>	$V_k^o$ , м/с
1	0,6006	1,41
2	0,7145	1,26
3	0,9461	0,96
4	1,249	0,78
5	1,623	0,67
6	2,658	0,45

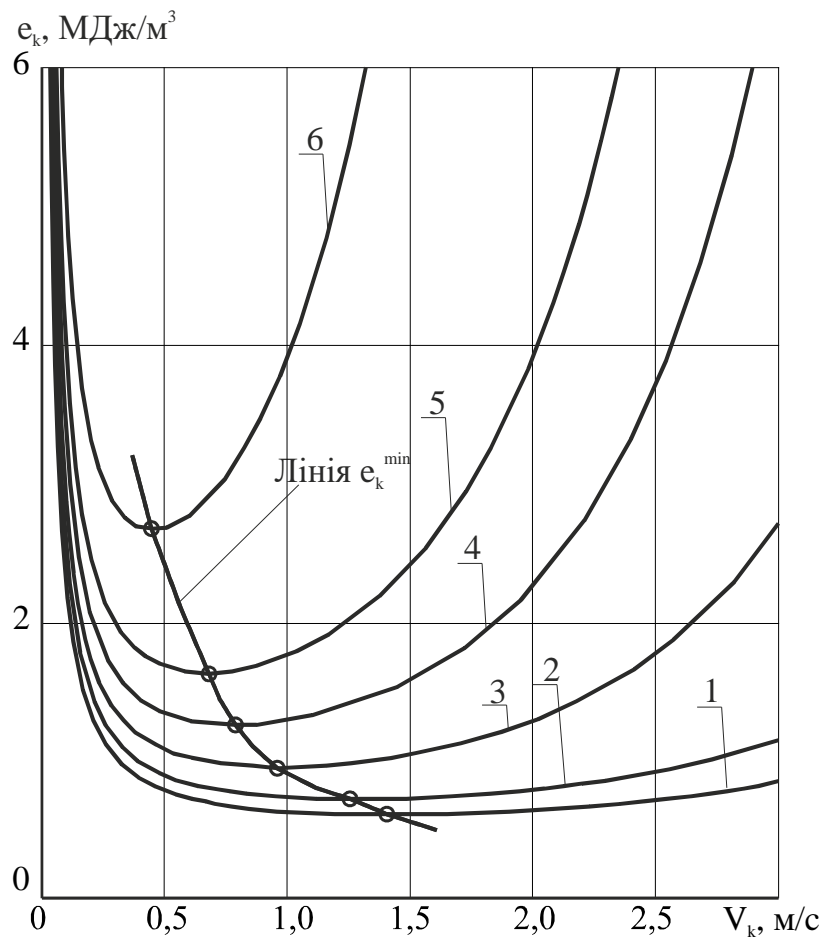


Рис. 1. Енергоємність копання ґрунту ковшем екскаватора ЕКГ – 5А

### Висновок

Експериментально встановлено, що існують мінімальні значення питомої енергоємності процесу копання для всіх категорій гірських порід, які особливо помітні для 3...6 категорій. Розроблена математична модель процесу копання дозволила аналітично встановити оптимальні значення швидкостей копання і відповідних їм енергоємностей для всіх категорій порід, що необхідно враховувати як при ручному так і при автоматичному управлінні процесом копання.

**О.С. Васильчук, магістр**  
**А.Л. Ган, к.т.н., доцент**  
**Наукові керівники – В.В. Вапнічна, к.т.н., доцент**  
*Національний технічний університет України*  
*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

### ВИЗНАЧЕННЯ ПОРИСТОСТІ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ

Під пористістю розуміють наявність пор, укладених між зернами селітри, каверн і тріщин (відкрита пористість), а також замкнутих пор селітри (закрита пористість). Кількісно пористість характеризується коефіцієнтом пористості, який являє собою відношення обсягу пор, тріщин, каверн і замкнутих пор, до обсягу зразка селітри і виражається в частках одиниці або відсотках. При цьому можна виділити кілька категорій пористості:

- повна (або загальна) пористість;
- відкрита пористість (або пористість насичення);
- замкнута (або ефективна) пористість.

Визначити повну (абсолютну) пористість селітри можна методом Мельчера (вимірювання повної пористості). При визначенні повної (абсолютної) пористості селітри можна виходити з того, що маса проекстрагованого і висушеного зразка селітри є величина постійна до і після її дроблення. Виразимо обсяг твердої частини зразка селітри через  $V_{\text{ТВ}}$ , тоді вираз для повної пористості набуде вигляду:

Гранульована (щільна) АС:

$$m_{\text{повна}} = \frac{V_{\text{зразка}} - V_{\text{ТВ}}}{V_{\text{зразка}}} = \left(1 - \frac{\rho_{\text{зразка}}}{\rho_{\text{ТВ}}}\right) 100\% = \left(1 - \frac{0,88}{1,725}\right) 100 = 51 \%$$

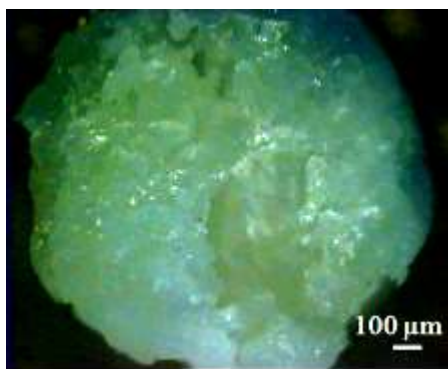
Пориста АС:

$$m_{\text{повна}} = \frac{V_{\text{зразка}} - V_{\text{ТВ}}}{V_{\text{зразка}}} = \left(1 - \frac{\rho_{\text{зразка}}}{\rho_{\text{ТВ}}}\right) 100\% = \left(1 - \frac{0,75}{1,5}\right) 100 = 50 \%$$

де  $V_{\text{зразка}}$  – об'єм пор зразка;  $\rho_{\text{зразка}}$  і  $\rho_{\text{ТВ}}$  – щільність зразка селітри і його твердої частини (кістяка або зерен).

Таким чином, повна пористість селітри може бути визначена, якщо відомі щільність зразка в цілому і щільність частинок, що складають його (щільність гранульованої (щільної) селітри  $\rho_{\text{обр}} = 0,88 \text{ г/см}^3$ , щільність скелета або зерен пористої селітри  $\rho_{\text{ТВ}} = 1,725 \text{ г/см}^3$ , для пористої селітри --  $\rho_{\text{обр}} = 0,75 \text{ г/см}^3$ ,  $\rho_{\text{ТВ}} = 1,5 \text{ г/см}^3$ ).

Відкрита пористість називається чистою пористістю насичення, що несе в собі утилітарний сенс, тому що вона і визначає ємнісну характеристику селітри, тобто кількість газу або рідини, яке вона може містити в собі.



**Рис. 1. Поверхня зрізу напівсфери**  
**гранульованої АС з об'єктом заглиблення**  
**200 мкм**

Коефіцієнтом відкритої пористості називається відношення сумарного обсягу відкритих пор селітри, що заповнюються даної рідиною ( $V_{\text{відк}}$ ) до обсягу зразка ( $V_{\text{зразка}}$ ) і визначається згідно з ГОСТ 33832:

$$m_{\text{відк}} = \frac{V_{\text{відк}}}{V_{\text{зразка}}}$$

Розглянемо підготовку до проведення дослідження (висушування). Проби масою 70 г, поміщаємо в конічні колби об'ємом  $250 \text{ см}^3$  і закриваємо герметичною пробкою, щоб уникнути утворення конденсату. Поміщаємо колби з аміачною селітрою (АС) в сушильну шафу і нагріваємо АС на паровій бані до температури  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  і витримуємо при даній температурі дві години. Потім охолоджуємо колби до

температури 25 °С і витримуємо при даній температурі дві години. Слідкуємо, щоб рівень води був вищий за рівень АС.

Після проведення нагрівання і охолодження АС зберігаємо при температурі 20°С.

Проведення випробувань відбувається таким чином:

- 1) Проводимо два незалежних випробування за короткий проміжок часу.
- 2) Видаляємо гранули менше ніж 0,5 мм, через сито. Зважуємо приблизно 50 г підготовленої проби і поміщаємо в стакан. Наливаємо в стакан об'ємом 600 см<sup>3</sup> газойль так, щоб покрити гранули і перемішуємо, щоб поверхня всіх гранул була змоченою. Накриваємо стакан склом і витримуємо протягом години при температурі 25 °С. В якості газойля використовуємо оливу індустріальну І-40А.
- 3) Фільтруємо вміст стакана через сито. Витримуємо на протязі години, щоб витекла надлишкова газойль.
- 4) Кладемо на рівну поверхню два листки фільтрувального паперу, загинаємо краї на 40 мм. Круговими рухами катаємо гранули між двома листами фільтраційного паперу. Через кожних 8 кругових рухів зупиняємося і піднімаємо протилежні краї фільтраційного паперу, щоб повернути гранули в центр. Процедуру повторюємо три рази, в результаті виходить 24 кругових рухи і двократне піднімання країв паперу зі зміщенням гранул в центр. Накриваємо гранули новим листком і повторюємо дану процедуру. Одразу ж після катання гранули зважуємо з точністю до ±0,01 г.

Наступним кроком для кожного із проведених дослідів вираховуємо за формулою відкритої пористості (утримання масла)  $X$ , %.

$$X = \frac{m_2 - m_1}{m_1} 100 \%,$$

де  $m_2$  – маса випробуваної проби після просіювання, яка дорівнює 50 г;  $m_1$  – маса проби після оброки, г.

$$1) X_1 = \frac{m_2 - m_1}{m_1} 100\% = \frac{50 - 54,15}{54,15} 100 = 7,66 \%;$$
$$2) X_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_1} 100\% = \frac{50 - 54,05}{54,05} 100 = 7,49 \%.$$

Середнє арифметичне значення двох паралельних визначень:

$$X_{\text{ср}} = \frac{X_1 + X_2}{2} = \frac{7,66 + 7,49}{2} = 7,575 \%.$$

Закрита пористість:

$$m_{\text{закр}} = m_{\text{повна}} - X_{\text{ср}} = 51 - 7,575 = 43,425 \%,$$

де  $m_{\text{повна}}$  – повна пористість, %,  $X_{\text{ср}}$  – відкрита пористість, %.

Аналогічно проводимо дослідження для пористої АС. В результаті отримали:

$$3) X_1 = \frac{m_2 - m_1}{m_1} 100\% = \frac{50 - 53,93}{53,93} 100 = 7,29 \%;$$
$$4) X_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_1} 100\% = \frac{50 - 53,7}{53,76} 100 = 6,99 \%.$$

Середнє арифметичне значення двох паралельних визначень:

$$X_{\text{ср}} = \frac{X_1 + X_2}{2} = \frac{7,29 + 6,99}{2} = 7,14 \%.$$

Закрита пористість:

$$m_{\text{закр}} = m_{\text{повна}} - X_{\text{ср}} = 50 - 7,14 = 42,86 \%.$$

Отже, в результаті досліджень виявлено, що гранульована (щільна) селітра на 6 % має вищі показники відкритої пористості, ніж у пористої селітри.

### **Література.**

1. Коробійчук В.В., Соболевський Р.В., Зубченко О.А. Дослідження шляхів мінімізації витрат при буровибуховому способі видобування блоків декоративного каменю // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. 2006. № 4 (39). С. 301–308.

2. Коробійчук В.В., Подчашинський Ю.О., Ремезова О.О., Соболевський Р.В., Зубченко О.А. Дослідження впливу буровибухових робіт на якість блочної продукції кар'єру на основі визначення геометричних характеристик її тріщинуватості // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. 2007. № 3 (42). С. 143–150.

3. Закусило Р.В., Кравець В.Г., Коробійчук В.В. Засоби ініціювання промислових зарядів вибухових речовин: монографія/Житомирський державний технологічний університет. Житомир, 2011. 212 с.

4. Кравець В.Г., Коробійчук В.В., Бойко В.В. Фізичні процеси прикладної геодинаміки вибуху: монографія Житомирський державний технологічний університет. Житомир, 2015. 408 с.

Ващук М.С., студ., 2 курс  
Юхимчук С.Я., студ., 1 курс, ННМІ  
Науковий керівник – Стріха В.А. к.т.н., доц.  
Національний університет водного господарства та природокористування

## АНАЛІЗ УМОВ УТВОРЕННЯ, РАЙОНУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПОКЛАДІВ САПРОПЕЛЮ В УКРАЇНІ

Поклади сапропелю відмічаються в багатьох водоймищах ряду областей України. Сапропель являє собою цінний природний ресурс органічної сировини для сучасного і перспективного використання в багатьох галузях.

Сапропель – речовина переважно біогенного походження, утворена на дні прісноводних водоймищ із залишків планктонних і бетонних організмів, при великій ролі бактеріальних процесів, що проходять у поверхневих верстах відкладів і при малому доступі кисню. Значну частину сапропелю складають також мінеральні домішки (піскуваті, глинисті, вапнякові), додаючи їм відповідні фізичні і хімічні властивості. Забарвлення сапропелю залежить від органічної речовини і мінеральних домішок. Коричневе, буре, буро-охристе забарвлення обумовлене гуміновими чи окисним залізом; зелене, темно-маслинове – присутністю карбонатів; рожеве – присутністю каротину чи марганцю. Склад мінеральних і органічних компонентів сапропелю залежить від умов формування і нагромадження у водоймищах відкладів.

Утримання води в сапропелі дуже значне: вологість коливається в межах 60-97%, що пояснюється здатністю органічних колоїдів поглинати велику кількість води. На відміну від торфу, сапропелі мають цілий ряд специфічних властивостей: повільно сохнуть, помалу віддають воду, але висохнувши, навіть розмолоті в порошок, вони знову не намокають. Тільки деякі вапнякові сапропелі в сухому вигляді стають пухкими. Проморожений чи попередньо розбавлений у воді сапропель значно легше віддає воду і досить швидко висихає до 18-20% вологості. Крім того, сапропель після промороження набуває пухкості.

Зовні сапропель має вигляд желеподібної однорідної маси, консистенція якої у верхніх шарах наближається до сметаноподібної, а в нижніх, більш густих, уже може добре різатись ножом. Інколи у верхніх шарах сапропелі мають дрібнозернисту структуру. У порівнянні з торфом, сапропелі мають високу зольність. В середньому вона коливається від 20 до 60%. Особливо цінні сапропелі, що отримують золу менше 10% але вони зустрічаються рідше. На відміну від вод торфовищ, які мають кислу реакцію, води сапропелевих відкладів мають нейтральну чи навіть лужну реакцію і рідко слабокислу.

За складом золи сапропелі розділяють на три основні типи: біогенний, кластогенний і змішаний. Основні компоненти золи сапропелів: окис кремнію, вуглекислий кальцій, окис магнію, заліза, алюмінію, марганцю, фосфору, натрію та інших.

Всього по Україні розвідано 274 родовища сапропелю з загальними геологічними запасами – 97,195 млн. т., із них: балансові – 84,290 млн. т., позабалансові – 12,905 млн.т.

№ з/п	Адміністративні області	Розвідані		
		Кількість родовищ	Площа озер, га	Геологічні запаси, тис. т.
1	Волинська	190	9813	71704
2	Рівненська	37	1241	13900
3	Харківська	22	659	6339
4	Сумська	21	416	3785
5	Київська	2	101	1307
6	Чернігівська	2	17	60
	Всього по Україні	274	12247	97195

Основна кількість запасів і ресурсів сапропелю зосереджена у Волинській області. На 190 озерах Волині розвідано 71,704 млн. т, з них балансові запаси складають – 65,389 млн. т.

Експериментальна і виробнича перевірка показала високу агрономічну цінність і доцільність його широкого використання у сільськогосподарському виробництві: для різноманітних видів добрив, вітамінно-мінеральних підкормок, у медицині і в якості хімічної сировини. Кожна водойма з покладами сапропелю має специфічну будову, тому перед промисловим освоєнням потрібно розробити проект її комплексного та раціонального використання.

**М.В.Вознюк, магістрант, I курс, гр. ГГ-21м  
А.О. Криворучко, доцент кафедри маркшейдерії, к.т.н.  
Житомирський державний технологічний університет**

## **ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ПРОСТОРОВИХ ЗВ'ЯЗКІВ МОРФОМЕТРІЇ РЕЛЬЄФУ З ГЕОЛОГІЧНОЮ СТРУКТУРОЮ**

З розвитком ГІС-технологій зростає роль автоматизованого пошуку взаємозв'язків між географічними об'єктами різного характеру, оскільки всі компоненти геологічного середовища взаємопов'язані і взаємозалежні. Як відомо, геологічна будова території істотно впливає на морфометричні характеристики рельєфу. Морфологію рельєфу, зокрема, часто використовують для уточнення положення літостратиграфічних комплексів, виявлення простягання шарів порід та ідентифікації деяких їх фізичних властивостей. Існує потреба у формалізації просторових зв'язків між морфологічними характеристиками рельєфу та виділами літостратиграфічних підрозділів, що зробить процес використання геоморфологічної інформації в геологічних дослідженнях об'єктивнішими.

Основою геоінформаційного аналізу є географічне моделювання, яке описує геопросторове розташування об'єктів, явищ чи процесів та полягає у класифікації, структурно-типологічному аналізі та моделюванні геосистем. Визначальною функцією картографічного моделювання у складі геоінформаційного моделювання є можливість аналізу наявної необхідної інформації.

Просторово-статистичний аналіз, або просторова статистика, це статистична обробка і моделювання даних просторового характеру засобами ГІС на підставі методів класичної дескриптивної статистики, а також геостатистики і просторової інтерполяції.

Існує декілька основних видів геоінформаційного аналізу:

Окреслення границь навколо географічних об'єктів певного класу (лінії, точки, полігони), які мають загальні властивості, є широко визнаним методом просторової інтерполяції. Це так звана інтерполяція через визначення границь – перший загальний засіб такого моделювання, успіх застосування якого суцільно залежить від ступеню дискретності певної сукупності географічних об'єктів і границь між ними.

Другим загальним засобом просторової інтерполяції є інтерполяція безперервних даних (власно до цього засобу належить і геостатистика), яка, у свою чергу, поділяється на інтерполяцію по всій площі, або тренд-аналіз поверхонь, і локальну інтерполяцію. Тренд-аналіз поверхонь застосовує метод найменших квадратів для визначення регресійного рівняння, яке пов'яже характеристики точок місцеположення об'єктів із атрибутивними даними щодо цих об'єктів.

Для аналізу рельєфу та його морфогенетичних особливостей є можливим використання технологій геоінформаційних систем, зокрема програмного забезпечення ArcGIS 9.3 (ESRI) та його спеціалізованих модулів із потужними функціональними можливостями загального просторового аналізу, картометричних побудов, перетворення та аналізу ізолінійних та ґрідповерхонь і просторово-часового моделювання. При виконанні структурно-морфометричних побудов у середовищі ГІС виконуються наступні процедури:

- векторизація топографічних карт;
- створення геореляційної бази даних із відповідною організацією даних щодо долинової мережі та різногенетичних поверхонь рельєфу;
- створення цифрової моделі рельєфу;
- побудова серії морфометричних карт та аналіз ізолінійних та ґрід-поверхонь;
- виконання просторового аналізу та інтерпретація створених карт.

Отже, морфологічну складність рельєфу можна визначати за допомогою різних методів. Ця проблема стосується й інших галузей географії, зокрема, ландшафтознавства, географії ґрунтів. Автоматизація картометричних процедур відкриває нові можливості у вирішенні проблеми морфологічної складності рельєфу. Подальша робота у цьому напрямі дасть змогу по-іншому вирішувати питання геоморфологічної систематики, структурного аналізу і синтезу рельєфу, морфологічної регіоналізації.

### **Література:**

1. Криворучко А.О. Розробка узагальненої методики геометризації масивів природного каменю з метою отримання комплексної моделі родовища / А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, С.С. Іськов // Вісник Житомирського державного технологічного університету / Технічні науки. – 2012. – № 4 (63). – С. 190–202.
2. Криворучко А.О. Визначення оптимального напрямку ведення гірничих робіт при видобуванні блоків з природного каменю / А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, Р.В. Соболевський, О.В. Камських, І.В. Павлюк // Вісник Житомирського державного технологічного університету Серія: Технічні науки. – Житомир, 2016. – №3 (78). – С. 150–163.

**Гирняк І.В., магістрант, 1 курс, гр. ГГ-21м  
Криворучко А.О., доцент кафедри маркшейдерії, к.т.н.  
Житомирський державний технологічний університет**

## **МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЯКІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКЛАДІВ З МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ СЕЛЕКТИВНОГО ВІДПРАЦЮВАННЯ РОДОВИЩА**

В умовах складної конкурентної позиції України на світовому ринку, особливої актуальності набуває проблема підвищення конкурентоспроможності вітчизняних гірничих підприємств. Розв'язання її можливе шляхом зниження собівартості продукції та підвищення прибутковості підприємств за рахунок оптимізації селективного відпрацювання родовищ, що одночасно зменшить об'єми складування відходів виробництва й підвищить обсяги товарної продукції.

Саме тому дослідження динаміки якісних властивостей покладів, спрямовані на оптимізацію режиму гірничих робіт при селективному відпрацюванні родовища є актуальними і дозволяють підвищити ефективність відкритої розробки родовищ в цілому.

Отже, наявність достовірної інформації про родовище, його будову, характер розміщення корисних компонентів у покладі безпосередньо впливають на правильність прийняття рішень. Це завдання переважно вирішується маркшейдерською та геологічною службами гірничого підприємства.

Одним з ефективних сучасних інструментів дослідження якісних властивостей є метод ізоліній він дає можливість встановити зв'язок структури з якісними показниками, наочно представити просторову модель родовища, об'єктивно оцінити дані розвідки, надати рекомендації щодо методів та прийомів подальших робіт за найбільш повним вивченням та відпрацюванню родовища. Тому він є найбільш універсальним.

Метод геологічних розрізів дає можливість із достатньою точністю виявити форму тіла корисної копалини та визначити його положення серед вмшуючих порід у будь-якому перетині. Вибір перетинів визначається формою та умовами залягання рудного тіла. Проте за допомогою розрізів іноді неможливо виявити характер зміни вмісту корисних компонентів, тому при геометризації родовищ метод геологічних розрізів доповнюють методом ізоліній.

Метод об'ємних графіків застосовується для наочного та об'ємного зображення геологічних структур. Графік представляється у вигляді блок-діаграм, які є аксонометричною (афінною, векторною) проекцією блоків ділянки чи всього родовища.

За допомогою методу об'ємного моделювання створюються моделі родовища на основі результатів геометризації, виконаної шляхом методів ізоліній, геологічних розрізів і об'ємних графіків. В свою чергу застосування цього методу дає можливість наочно зобразити форму покладу корисної копалини, вмшуючих порід, тектонічних зрушень, розміщення компонентів і розвіданості родовища.

Геоінформаційні системи виступають ефективним інструментом дослідження та геометризації основних параметрів родовищ. Найважливішою особливістю ГІС є здатність пов'язувати картографічні об'єкти (тобто об'єкти, що мають форму і місцезонаштування) з описовою, атрибутивною інформацією, та описує їх властивості. ГІС є закономірним розширенням баз даних, доповнюючи їх наочним представленням інформації і можливістю вирішувати задачі просторового аналізу. При цьому ми виключаємо похибку, яка виникла в результаті нанесення тріщин або інших параметрів на план.

Отже, при розвідці й розробці родовищ корисних копалин важливе значення має встановлення форм, розмірів, положення в надрах покладів корисних копалин і гірничо-геологічних умов їх розробки в межах границь поля розрізу. Ці питання розглядає структурна геометризація, яка дає можливість правильно вирішувати завдання геологорозвідки та гірничої справи. За допомогою ГІС технологій можливо забезпечити інтеграцію даних, які використовують у всіх підрозділах і службах підприємства, та роботу з цими даними. Ці всі методи дослідження якісних властивостей покладів та моделювання родовищ на комп'ютері, дають нам можливість оптимізувати і підвищити ефективність селективного відпрацювання родовища.

### **Література:**

1. Криворучко А.О. Розробка узагальненої методики геометризації масивів природного каменю з метою отримання комплексної моделі родовища / А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, С.С. Іськов // Вісник Житомирського державного технологічного університету / Технічні науки. – 2012. – № 4 (63). – С. 190–202.
2. Криворучко А.О. Визначення оптимального напрямку ведення гірничих робіт при видобуванні блоків з природного каменю / А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, Р.В. Соболевський, О.В. Камських, І.В. Павлюк // Вісник Житомирського державного технологічного університету Серія: Технічні науки. – Житомир, 2016. – №3 (78). – С. 150–163.

### ВПЛИВ ШВИДКОСТІ КОΠΑННЯ ГРУНТА ЕКСКАВАТОРОМ НА ОПІР ГІРСЬКОЇ ПОРОДИ

На підставі достатньої кількості експериментальних даних Н.Г. Домбровський запропонував оцінювати силу копання на ковші екскаватора при його впровадженні в масив гірської породи по залежності  $P_K = K_F S$ , де  $K_F$  – коефіцієнт опору гірської породи копанню, МПа;  $S$  – площа перерізу стружки, м<sup>2</sup>.

Як правило, коефіцієнт опору копанню визначають експериментально, або шляхом розрахунку на основі параметрів, які пов'язані з величиною  $K_F$ , але теж знаходяться шляхом експериментів.

Завданням дослідження є сполучення методу розрахунку показника питомого динамічного опору порід копанню при різних швидкостях копання з класифікацією Ю.І. Белякова. Для прикладу виконаємо дослідження для найбільш розповсюдженого на кар'єрах по видобутку будівельних матеріалів екскаватора ЕКГ-5А.

Враховуючи ряд залежностей: сили різання ґрунту при швидкості, близькій до нуля; сили різання з врахуванням впливу швидкості копання; сили опору призми волочіння; сили опору заповнення ковша (2.11) – вираз для розрахунку коефіцієнту питомого динамічного опору гірської породи копанню набуває вигляду:

$$K_F^0 = K_F^C + K_1 V + K_2 V^2 + K_3 V^3, \quad (1)$$

де  $K_F^C = (P_0 + P_{пр} + P_{зап}) / S$  – питомий статичний коефіцієнт опору ґрунту копанню;  $P_0$  – сила різання при швидкості різання близької до нуля;  $P_{пр}$  – сила опору призми волочіння;  $P_{зап}$  – сила опору заповненню ковша;  $S$  – площа перерізу стружки. Процес копання ведеться по послідовній напіввільній схемі.

Комп'ютерні розрахунки питомого динамічного опору породи копанню виконані для кар'єрних екскаваторів при різних швидкостях копання для різних категорій порід. Початковими даними при розрахунку  $K_F^0$  є: параметри ковша; властивості породи; умови взаємодії ковша з ґрунтом.

Результати розрахунку питомого динамічного коефіцієнта опору ґрунту копанню приведені на рис. 1. Подібні залежності одержані для різних категорій гірських порід по класифікації Домбровського-Белякова. Як бачимо з приведених результатів розрахунку, традиційні значення питомого коефіцієнта опору копання можна використовувати тільки при зміні швидкості копання від 0 до 1 м/с та й то з натяжкою. Для більших швидкостей необхідно обов'язково враховувати залежність коефіцієнта від швидкості копання. Для розрахунку рекомендована залежність (1), коефіцієнти для якої приведені в таблиці 1. Таким чином, в результаті проведених аналітичних та експериментальних досліджень встановлена закономірність, що опір гірської породи копанню ковшем екскаватора нелінійно зростає з ростом швидкості копання і описується кубічним поліномом в реальному діапазоні зміни швидкості.

Таблиця 1

**Коефіцієнти для виразу  $K_F^0 = f(V_k)$**

Категорії гірських порід		$K_F^C$	$K_1$	$K_2$	$K_3$
1	max	0,1655	0,0128	0,0002	0,0002
	mid	0,127	0,0117	0,0002	0,0002
	min	0,0879	0,0105	0,0007	0,0002
2	max	0,1806	0,0123	0,0005	0,0002
	mid	0,1397	0,0108	$3 \cdot 10^{-5}$	0,0002
	min	0,0991	0,0093	0,0005	0,0002
3	max	0,2569	0,0162	0,0023	$10^{-5}$
	mid	0,2	0,0182	$10^{-5}$	0,0002
	min	0,1433	0,0206	0,0025	0,0003
4	max	0,3559	0,0324	0,0003	0,0002
	mid	0,2899	0,0265	0,0002	0,0002
	min	0,224	0,0206	$10^{-5}$	0,0001
5	max	0,4992	0,0367	0,0007	0,0003
	mid	0,4091	0,0315	0,0005	0,0002
	min	0,3189	0,0263	0,0002	0,0002
6	max	1,0205	0,054	0,0005	0,0001
	mid	0,7663	0,037	0,0017	$10^{-5}$
	min	0,5121	0,0201	0,0028	$10^{-6}$



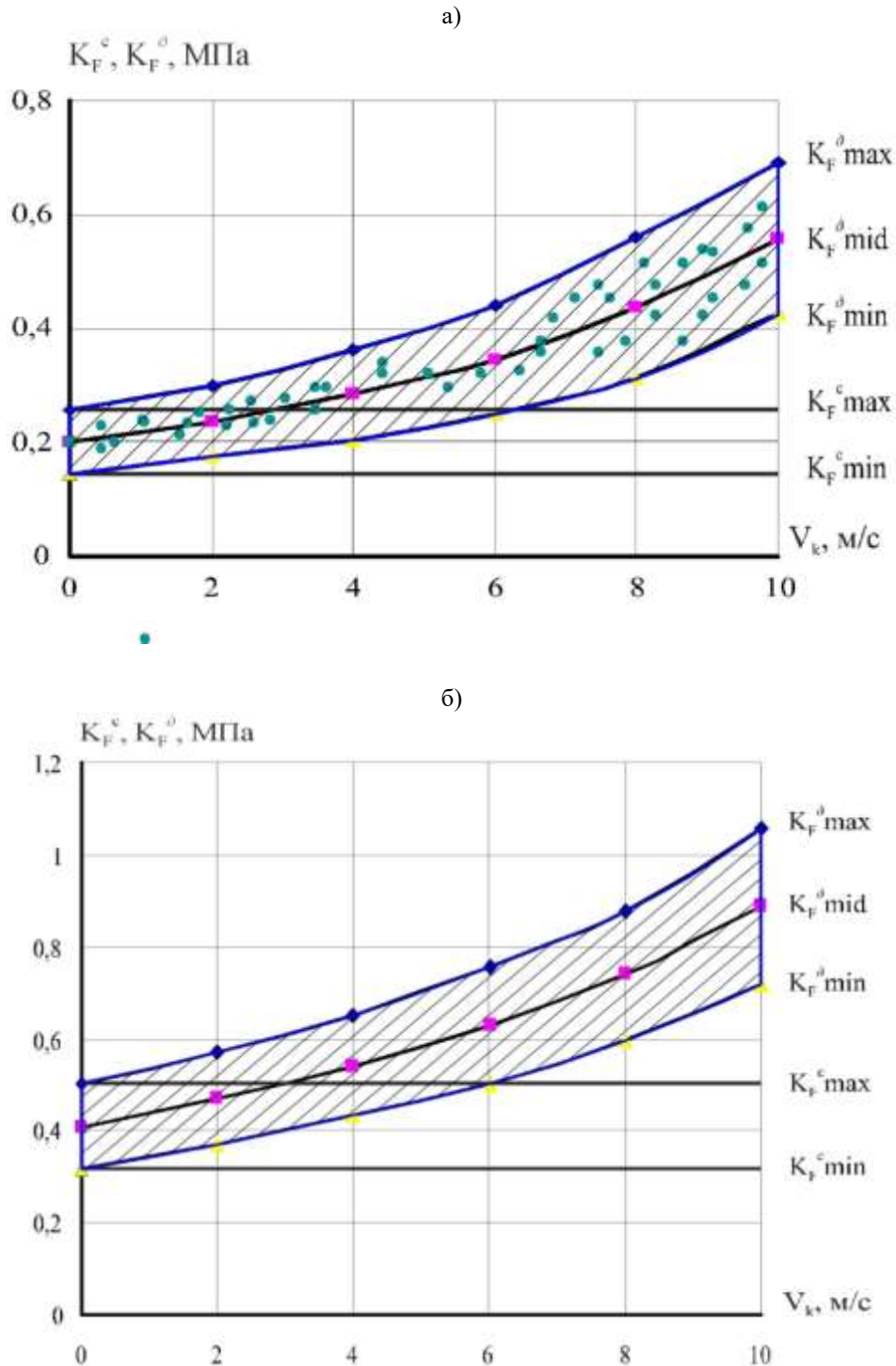


Рис. 1. Залежність питомого динамічного коефіцієнта опору ґрунту копанню від швидкості для різних категорій гірських порід по класифікації Домбровського-Белякова: а) 3-тя категорія; б) 5-та категорія.

### Висновок

Розраховувані максимальний, мінімальний та середній опори копанню для кожної категорії порід. Аналогічні розрахунки виконані для екскаваторів ЕКГ-8 та ЕКГ-12,5. Одержані залежності будуть використані в подальших дослідженнях при моделюванні процесу копання масиву ковшем екскаватора.

О. Диновська, магістр  
Науковий керівник – Л.В. Шайдецька, к.т.н., старший викладач  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## МОДЕЛЮВАННЯ СУМІСНОЇ РОБОТИ ҐРУНТОВОГО МАСИВУ ТА КОНСТРУКЦІЇ ОГОРОДЖЕННЯ КОТЛОВАНУ

Для визначення напружень і деформацій в ґрунтовому масиві використовують феноменологічні моделі, орієнтовані на розкриття процесів деформування суцільного середовища. У механіці суцільного середовища на основі експериментальних параметрів використовують математичний апарат теорії пружності, пластичності та повзучості.

Необхідною умовою для прогнозування напружено-деформованого стану ґрунтової основи є використання методів чисельного моделювання процесів деформування ґрунтів на різних етапах завантаження.

Для моделювання сумісної роботи ґрунтового масиву та конструкції огородження котловану при виконанні глибокої виїмки використаємо розрахунковий комплекс PLAXIS. В програмі PLAXIS є можливість моделювати поведінку ґрунтів, використовуючи такі моделі: модель Мора-Кулона (Mohr-Coulomb Model); модель тріщинуватих скельних порід (Jointed Rock model); модель ґрунту, що стає жорсткішим (Hardening Soil Model); модель для м'яких ґрунтів (Soft Soil Model); модель для м'яких текучих ґрунтів (Soft Soil Creep Model).

Нижче розглянемо дві моделі ґрунтів, що найчастіше використовуються для вирішення поведінки конструкцій огородження котловану в різні інженерно-геологічних умовах, опис їх застосувань, а так само параметри, необхідні для розрахунків.

Модель Мора - Кулона (Mohr-Coulomb Model) - пружно-пластична модель Мора-Кулона включає в себе п'ять вхідних параметрів: модуль Юнга ( $E$ ), коефіцієнт Пуассона ( $\nu$ ), зчеплення ( $c$ ), кут тертя ( $\phi$ ), і кут ділатансії ( $\psi$ ). Ця модель являє наближення "першого порядку" поведінку. Для кожного шару одна оцінка постійної середньої жорсткості. Завдяки цій постійній жорсткості, розрахунки порівняно швидкі. Крім цього п'ять параметрів моделі, згадані вище, і початкові умови ґрунту відіграють істотну роль в найбільшій проблемі ґрунтових деформацій.

Модель ґрунту, що стає жорсткішим (Hardening Soil Model) - поліпшена модель моделювання поведінки ґрунту. Як для моделі Мора-Кулона, граничні стани тиску описані за допомогою кута внутрішнього тертя ( $\phi$ ), зчеплення ( $c$ ), і кута ділатансії ( $\psi$ ). Однак, жорсткість ґрунту описана більш точно, використовуючи три різних жорсткості: модуль деформації при навантаженні ( $E_{50}$ ), модуль деформації при розвантаженні ( $E_{UR}$ ), одометричний модуль деформації ( $E_{oed}$ ). На відміну від моделі МС, модель HS враховує той фактор, що всі жорсткості зростають з тиском.

PLAXIS - використовує схеми кінцевих елементів в двовимірній системі, яка розроблена спеціально для аналізу деформацій і стійкості в різних геотехнічних умовах. Реальні ситуації можуть бути зведені до плоскої або осесиметричної моделі.

Ідея методу кінцевих елементів полягає в тому, що розрахункова система замінюється (апроксимується) системою з кінцевим числом ступенів свободи, тобто проводиться дискретизація системи на окремі елементи, з'єднані між собою у вузлах. Робота дискретизованої системи буде визначатися взаємодією окремих кінцевих елементів. Рішенням задачі визначення напружено-деформованого стану розрахункової системи методом кінцевих елементів буде таке напружено-деформований стан дискретизованої системи, при якому задовольняються умови сумісності та рівноваги.

Ґрунтовий масив, що використовувався для моделювання являє собою товщу, складену із 7 шарів ґрунту характеристики яких приведені на рис.1.

ID	Name	Type	$T_{\text{horiz}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$T_{\text{vert}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_h$ [m/day]	$k_v$ [m/day]	$E_{\text{unconf}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{\text{conf}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{\text{unconf}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\nu_{\text{unconf}}$ [+]	$\nu_{\text{conf}}$ [+]	$\phi$ [+]	$\psi$ [+]
1	1-насип	Drained	15.5	19.0	3.0000	3.0000	24000.0	24000.0	72000.0	2.0	27.0	0.0	
2	2-покріття	Drained	19.4	19.4	3.0000	3.0000	24000.0	24000.0	72000.0	2.0	32.0	2.0	
3	3-шарок пластичний	Drained	15.6	19.6	0.8000	0.8000	11000.0	11000.0	33000.0	11.0	21.0	0.0	
4	4-покріття	Drained	20.4	20.4	5.0000	5.0000	50000.0	50000.0	150000.0	3.0	36.0	6.0	
5	5-шарок тугий	Drained	19.5	19.5	0.2000	0.2000	10000.0	10000.0	30000.0	30.0	21.0	0.0	
6	6-шарок розпушений	Drained	19.7	19.7	0.0200	0.0200	10000.0	10000.0	30000.0	48.0	18.0	0.0	
7	7-шарок тугий	Drained	19.7	19.7	0.0100	0.0100	10000.0	10000.0	30000.0	70.0	18.0	0.0	

Рис. 1. Фізико-механічні характеристики ґрунтів будівельного майданчика

В умовах щільної міської забудови доцільним є використання огороження котловану способом «стіна в ґрунті» з додатковим встановленням ґрунтових анкерів, влаштуванням розпірної системи і спорудження нульового циклу напівзакритим способом за схемою "зверху-вниз" (технологія semi-top-down).

Розрахункова модель 1 відображує роботу конструкції огороження котловану, що виконана методом "стіна в ґрунті", шириною 0,8 м, довжиною 26 м з чотирма ярусами розпірних конструкцій з металеві труби  $\varnothing 820 \times 10$  з кроком 5 м. В даній розрахунковій моделі отримані результати слугують для зрівняння конструкції огороження котловану та зусиль, що в ній виникають. Максимальне переміщення "стіни в ґрунті" складає 47,13 мм, а згинаючий момент – 91,78 мм.

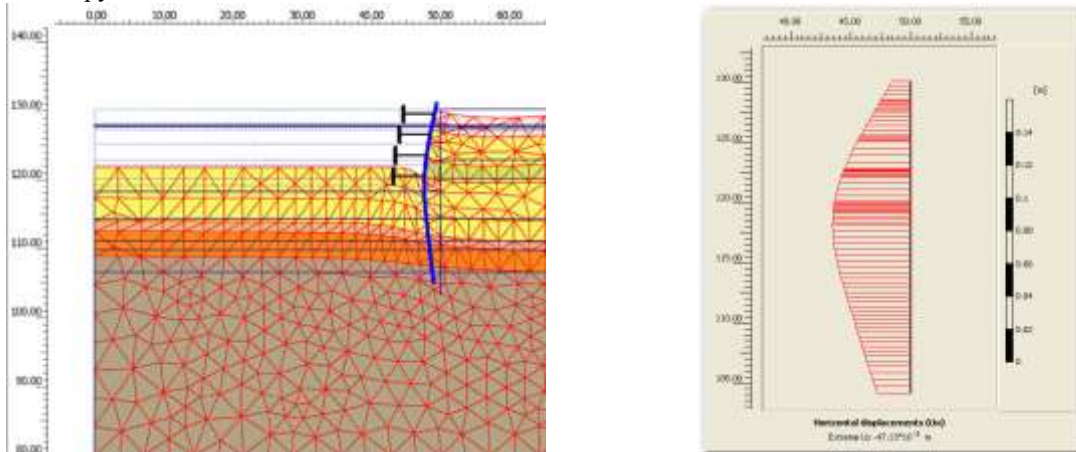


Рис. 2. Розрахункова модель 1 – «стіна в ґрунті», 4 яруси розпірок: а – деформована сітка кінцевих елементів розрахункової моделі; б – горизонтальні переміщення огороження.

Розрахункова модель 2 відображує роботу конструкції огороження котловану, що виконана методом "стіна в ґрунті", шириною 0,8 м, довжиною 26 м з чотирма ярусами тимчасових ін'єкційних ґрунтових анкерів з кроком 2 м. В даній розрахунковій моделі максимальне переміщення "стіни в ґрунті" складає 118,29 мм, а згинаючий момент – 149,0 мм.

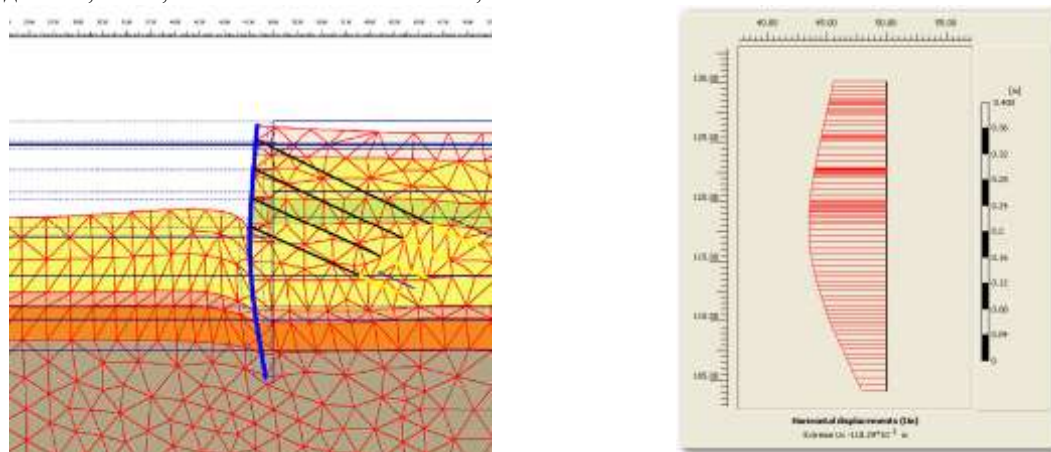


Рис. 2. Розрахункова модель 2 – «стіна в ґрунті», 4 яруси ґрунтових анкерів: а – деформована сітка кінцевих елементів розрахункової моделі; б – горизонтальні переміщення огороження.

При моделюванні в програмному комплексі Plaxis було виявлено, що конструкція «стіна в ґрунті» в якій використовуються анкерна система закріплення погано переносить навантаження які утворюються при проведенні будівельно-монтажних робіт. Горизонтальні переміщення в моделі 2 перевищують значення першої моделі на 61,1 %, а згинаючі моменти на 38,4 %.

Робота інженера-проектувальника не закінчується на виборі та розрахунках конструкції огороження котловану. Це завжди прогнозування можливого впливу глибокої виїмки на існуючі будівлі і споруди, прийняття до уваги розташування підземних комунікацій, та можливий вплив на них в залежності від переміщень конструкції огороження котловану, прийняття до уваги складності інженерно-геологічних умов, прорахунки можливих варіантів розташування та пересування різноманітної будівельної техніки на майданчику, що може в значній мірі вплинути як на деформаційні характеристики так і на зусилля, що виникають в конструкції огороження, що і було частково змодельовано та проаналізовано в даній роботі.

**Довбенюк Д.В., ст., 3 курс, ГР-31, ННМІ  
Науковий керівник – Стріха В.А., к.т.н., доц.**

*Національний університет водного господарства та природокористування*

### **ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИДОБУВАННЯ ТОРФУ НА ДОЧІРНЬОМУ ПІДПРИЄМСТВІ «МАНЕВИЧТОРФ»**

Попит на торфову продукцію підтверджується показниками роботи підприємствами – учасниками Державного концерну «Укрторф». За останні десять років рівень щорічного видобутку торфу коливався в межах 420, - 521,1 тис. тонн, мало змінюючись до 2013 року. І лише за останні роки намітилась тенденція росту видобування торфу, що обумовлено збільшенням споживання паливного торфу. За підсумками сезону 2016 р. підприємствами – учасниками Державного концерну Укрторф досягнуто нового рекордного за всі часи його існування (2007–2017 рр.) показника видобутку торфу, який склав 560,9 тис. т. сировини.

Домінуючим в Україні є фрезерний спосіб видобування торфу, який характеризується наступними технологічними показниками: тривалість сезону видобутку; тривалість технологічного циклу; кількість циклів за сезон; цикловий збір; сезонний збір.

Тривалість сезону видобутку фрезерного торфу, а також його початок і закінчення залежать від географічного розташування торфових підприємств та метеорологічних умов сезону. Технологічний процес відбувається, якщо середньодобова температура 10°C і вище. Планові значення термінів початку та закінчення сезону для України становлять відповідно 10 травня і 15 вересня, а тривалість сезону 129 днів.

Тривалість технологічного циклу встановлюється таким чином, щоб якнайповніше використати погодні умови сезону для сушіння торфу.

Середня кількість циклів за сезон залежить від їх тривалості та кліматичних умов регіону, визначається за багаторічними метеорологічними показниками.

Дочірнє підприємство «Маневичторф» входить до складу державного підприємства «Волиньторф».

Основні технологічні показники видобування торфу ДП «Маневичторф» наступні:

1. Річна продуктивність:
  - планова 35,1 тис. тон
  - фактична 50-54 тис. тон
2. Кількість циклів за сезон:
  - планова 27
  - фактична 57
3. Цикловий збір - 22,3 т./га.
4. Сезонний збір - 603 22,3 т./га.
5. Видобуток фрезерного торфу забезпечується комплексом технологічного обладнання, а саме:
  - фрезерування торфу – МТФ-13 (прич. до трактора ДТ-75);
  - ворухіння торфу – МТФ-21 (прич. до трактора МТЗ-82);
  - валкування торфу – МТФ-31 (прич. до трактора МТЗ-82);
  - збирання торфу – МТФ-43А (прич. до трактора ДТ-75);
  - штабелювання торфу – МТФ-71А (самохідна).

Порівняльний аналіз планових та фактичних показників річної продуктивності та кількості циклів за сезон ДП «Маневичторф» показує що відбувається перевиконання цих показників:

- річної продуктивності на 42,5-53,8 %;
- кількості циклів за сезон на 111%.

Фактичне перевиконання кількості циклів за сезон більше ніж у 2 рази (211%) пояснюється зміною термінів початку і закінчення сезону видобування торфу. Реально терміни початку і закінчення сезону відрізняються від планових значень, що в кінцевому випадку впливає на величину технологічних показників. Це призводить до ускладнення розрахунків розмірів виробничих площ, кількості обладнання та машиністів технологічного обладнання. Тому необхідно в подальшому провести дослідження фактичних термінів початку і закінчення сезону видобування торфу на ДП «Маневичторф».

Визначення фактичних термінів початку і закінчення сезону видобування торфу на ДП «Маневичторф» дозволить уточнити значення:

- кількості циклів за сезон;
- сезонного збору торфу;
- річної продуктивності підприємства.

**Забродський О.І., студент, 4 курс, гр. РР-41**  
**Шамрай В.І., к.т.н., ст. викладач**  
Житомирський державний технологічний університет

## ЄВРОІНТЕГРАЦІЯ: АНАЛІЗ ЗАКОНОДАВСТВ УКРАЇНИ ТА ЄС «ПРО ВІДХОДИ»

Сучасна камінеобробна промисловість та будівництво вирізняється проблемою переробки та утилізації відходів. Причиною її виникнення стали не тільки збільшення обсягів будівництва, але й відсутність сучасних стандартів й відповідного законодавства, яке передбачає раціональне використання природних ресурсів та охорону навколишнього середовища. Також на ряду з цією проблемою, існує практика «самовивозу» відходів на несанкціоновані звалища, що спричиняє забруднення навколишнього середовища [1].

У розвинених країнах (країни ЄС, США, Канада) поводження з відходами камінеобробного виробництва регламентується відповідним законодавством. Вартість переробки відходів кам'яного виробництва значно менша, ніж їх вивіз на звалища. Крім того у кожного підприємства є розроблений план поводження з відходами.

Основними перешкодами, які виникають на шляху до сталого управління відходами камінедобувного та камінеобробного виробництва в Україні є:

— Відсутність сучасного законодавства, щодо сталого управління відходами камінедобувного та камінеобробного виробництва.

— Відсутність економічних стимулів. Запаси природного каменю є цілком достатніми для забезпечення попиту споживачів в більшості регіонів України та є відносно дешевими в порівнянні з переробленими матеріалами. Оскільки не існує ніяких субсидій та інших економічних стимулів, які могли б заохочувати до використання вторинних матеріалів, припадає вибір на користь первинних матеріалів.

— Відсутність відповідальності. За словами зацікавлених сторін, людські ресурси, що виділяються для правоохоронних органів, що буває в більшості випадків на місцевому рівні, є недостатніми. Штрафи невеликі і рідко застосовуються.

— Брак знань. Багато співробітників в державному секторі, не мають необхідні знання про конкретні правила, які мають відношення до використання перероблених відходів камінедобувного та камінеобробного виробництва.

В Україні всі питання щодо відходів регулюються Законом України «Про відходи» від 09.05.2016 р. № 187/98-вр. У ньому вказуються загальні поняття, в яких всі відходи поділяються на небезпечні та вторинну сировину (табл. 1) [2].

Таблиця 1

Класифікація відходів ( в рамках Закону України «Про відходи»)

Класифікація відходів	
Небезпечні відходи	Відходи, як вторинна сировина
Відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними	Відходи, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології та виробничо-технологічні і/або економічні передумови

Також, Державним комітетом України по стандартизації, метрології та сертифікації було розроблено класифікатор відходів ДК 005-96 від 29 лютого 1996 р. N 89. У даному класифікаторі міститься інформація про всі види відходів різних галузей виробництва, що створює нормативну базу для проведення порівнювального аналізу структури та обсягу утворення відходів у межах Європейської статистики усіх видів економічної діяльності, у тому числі Європейської виробничої статистики, статистики агрокомплексу, статистики послуг, а також порівнювального аналізу послуг, пов'язаних з відходами, на міжгалузевому, державному, міждержавному рівнях [3].

У країнах ЄС поводження з відходами регламентується Директивою 2008/98/ЄС, що визначає основні поняття та визначення, пов'язані з управлінням відходами, такі як визначення відходів, переробки, відновлення. Це пояснює, коли відходи перестають бути відходами і стають вторинною сировиною (так звані "критерії відходів") та як відрізнити відходи та побічні продукти.

Побічний продукт – продукт, що є наслідком конкретного технологічного процесу одержання цільового продукту. Його можна розглядати як і відходи виробництва, так і побічний продукт, що використовується для виготовлення інших продуктів виробництва, і має задовольняти наступні умови:

- безсумнівне подальше використання продукту;
- продукт може бути використаний відразу без будь-якої подальшої обробки, крім типової виробничої практики;
- продукт застосовується в якості складової частини процесу виробництва;
- подальше використання є законним, тобто продукт забезпечує виробництво всіх відповідних виробів, з дотриманням вимог охорони навколишнього середовища та охорони здоров'я для конкретного використання і не призведе до загальних несприятливих впливів на навколишнє середовище або здоров'я людини.

Директива ЄС встановлює деякі основні принципи поводження з відходами: вона передбачає, що поводження з відходами здійснюється без загрози здоров'ю людей та шкоди навколишньому середовищу, зокрема, без ризику для води, повітря, землі, рослин чи тварин, не створюючи шкідливого впливу шуму чи запахів, і без негативного впливу на сільську місцевість або місць, що представляють особливий інтерес [4].

На відміну від Закону України «Про відходи» у Директиві ЄС є ієрархія обов'язкових етапів для попередження утворення відходів та поводження з відходами виробництва, що викладена у ст. 4 (рис. 1) [4].

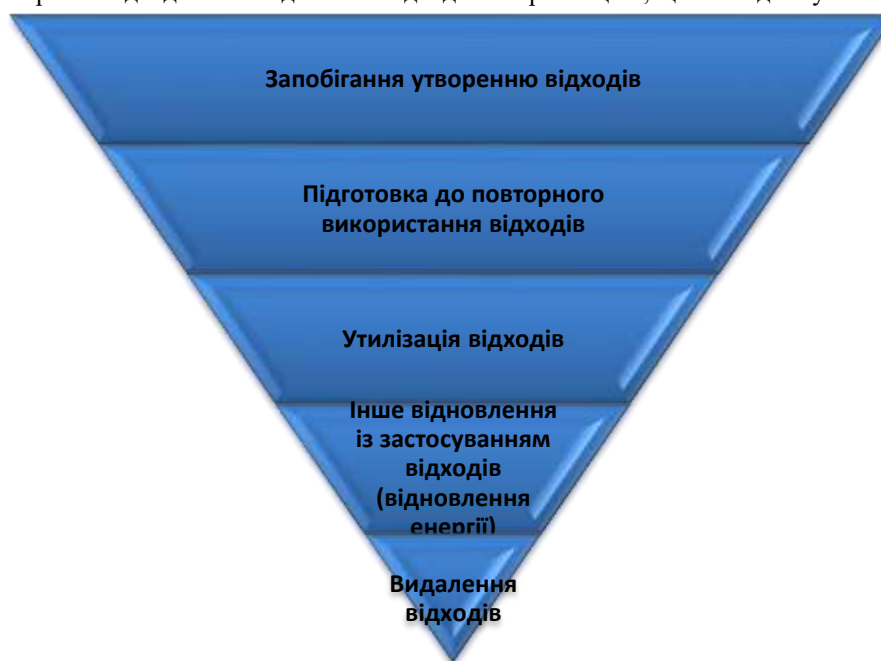


Рис. 1. Ієрархія обов'язкових етапів управління відходами

Отже, внаслідок аналізу законодавств України та ЄС «Про відходи» важливою відмінністю є відсутність критеріїв відходів, як вторинної сировини (побічні продукти), що дозволяє відрізнити побічні продукти від відходів.

**Список використаної літератури:**

1. Шпакова, Г.В., 2012. Шляхи і можливість переробки будівельних відходів в Україні. Будівельне виробництво, (54), с. 22-25.
2. Закон України "Про відходи." № 187, по. 98 (1998): 36-37.
3. Класифікатор України, Державний. "Класифікатор відходів ДК 005-96 [Електронний ресурс]." Режим доступу: <http://www.uazakon.com/big/text78/pg1.htm> (2012).
4. ЕС-European Commission. "Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste." Official Journal of the European Union L 312, no. 13 (2008): 22-11.
5. Shamrai, V. I., Korobiichuk, V. V., & Sobolevskiy, R. V. (2017). Management of waste of stone processing in the framework of Euro integration of Ukraine. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки, (2 (80) Т. 1), 234-239.

**Клисовець І.П., магістрантка, 1 курс, гр. ГГ-21м  
Соболевський Р.В., д.т.н., проф.  
Житомирський державний технологічний університет**

## **ОКРЕМІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ТРІЩИНУВАТОСТІ ТА БЛОЧНОСТІ**

Наявність систем тріщин у гранітних родовищах є цілком закономірною і пов'язана зі структурою, будовою й процесом утворення цих покладів із магми. Внаслідок розтяжного зусилля при русі, а також контракційних натягів під час остигання щойно затверділої гірської породи й інших факторів, що діяли під час її утворення, в ній виникають тріщини первинної окремості, насамперед тріщини розтягу. Контракційні тріщини пов'язані зі скороченням маси породи й орієнтовані перпендикулярно напрямку скорочення. Напрямок скорочення пов'язаний з положенням охолоджуючої поверхні й зі швидкістю охолодження. При повільному остиганні глибинних інтрузивних тіл вся маса породи остигає як одне ціле. Виникають тріщини по краях масиву, паралельні контактам з бічними породами, і виходить плитоподібна окремість; чим вона тонша, тим швидше відбувається охолодження. Якщо ще при цьому виникають тріщини, перпендикулярні контактам, окремість приймає паралелепіпедну форму. При остиганні шароподібних тіл інтрузивних покладів, потоків тощо сильніше, ніж у перпендикулярному напрямку, скорочення в щільності потоку, викликає сильний розвиток тріщин, перпендикулярних поверхонь потоку, і виникає окремість призматична або стовпчаста.

При вивченні й оцінці гранітних родовищ розрізняють первинні й вторинні структури. У перше поняття включаються первинні лінійні текстури, що проявляються в певному розташуванні зерен породоутворюючих мінералів, що відповідає періоду рідких або пластичних мас магми, а також первинні тріщини, що утворилися в період розломів або розколів у вже отверділому плутоні. Вторинні структури, що накладають на первинні, є результатом наступних змін гранітних масивів і проявляються в додаткових системах тріщин, які часто роблять родовища непридатними для розробки штучного каменю.

Протягом довгого часу вивчався взаємозв'язок механічних властивостей габро-норитів та лабрадоритів з їх структурно-текстурними особливостями для одержання оптимальних напрямів лінії розколу і зниження затрат праці при видобуванні блоків. Досліди проводилися по породам з різними структурно-текстурними характеристиками. Лінії полегшеного розколу каменю для всіх родовищ, що досліджувались, мають близьке азимутальне розташування, що обумовлене напрямом течії магми по всьому кристалічному щиту. Зокрема для головинських лабрадоритів найбільш слабка спайність мінералів проявляється між кристалами плагіоклазу і піроксену, форми яких витягнуті в напрямку з північного заходу на південний схід; для сліпчицьких габро-норитів – між кристалами плагіоклазу і зернами піроксену, які орієнтовані з північного заходу на південний схід.

Всі дослідження під час геологічної розвідки та створення проекту розробки родовищ дають усереднене значення стосовно вибору напрямку просуванню фронту гірничих робіт та напрямку анізотропії масиву. Результати оцінки покладів каменю повинні містити в собі визначення форми й розмірів можливих блоків і зміни їх з глибиною [1].

Форма природних блоків визначається взаємним розташуванням площин тріщин. Так перетин тріщин під прямими кутами дозволяє відокремлювати від масиву блоки у формі правильних паралелепіпедів. Якщо ж із трьох систем тріщин дві перетинаються між собою під гострим кутом, то блоки виходять у формі моноклінної призми, внаслідок чого потрібне додаткове пасирування блоку, тобто надання йому форми паралелепіпеда шляхом обколювання. При пасируванні блоків втрачається до 25–35 % їх первісного об'єму у вигляді околу, що призводить до зниження виходу блоків з родовища та значно здорожує їхнє видобування [2].

### **Література:**

1. Sobolevskiy R. Cluster analysis of fracturing in the deposits of decorative stone for the optimization of the process of quality control of block raw material // R. Sobolevskiy, N. Zuievska, V. Korobiichuk, O. Tolkach, V. Kotenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Issue 5/3 (83). – P. 21–29.
2. Korobiichuk V. Definition of hue of different types of pokostivskiy granodiorite using digital image processing // V. Korobiichuk, V. Shamrai, O. Iziumova, O. Tolkach, R. Sobolevskiy // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Issue 4/5 (82). – P. 52–57.
3. Levyskiy V. The optimization of technological mining parameters in quarry for dimension stone blocks quality improvement based on photogrammetric techniques of measurement/ V.Levyskiy, R.Sobolevskiy, V. Korobiichuk // Rudarsko-geološko-naftni zbornik. 2018. vol. 33. P. 83–90.
4. 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.

А.О. Кузьменко, к.т.н., ст.н.с.  
О.М. Чала, к.т.н., ст.н.с.  
Д.В. Хлевнюк, пров. інженер  
Інститут гідромеханіки НАН України  
О.С. Тарасюк, пров. інженер  
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

## СЕЙСМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВИБУХУ ОДНОЧАСНО ПІДРВАНИХ ЗАРЯДІВ

Застосування в останні роки неелектричних способу ініціювання зарядів при короткосповільненому підриванні на основі хвилеводів типу Nonel різко змінило технологію ведення вибухових робіт в крашу сторону як щодо подрібнення, так і зниження сейсмічної дії вибуху. Підвищилася точність ініціювання зарядів, а це призвело до можливості посвердловинного ініціювання зарядів, що сприяє зменшенню сейсмічного ефекту вибуху. Але розкид фактичного часу спрацьовування детонаторів-сповільнювачів все ще відрізняється від їх номінальних значень в поверхневій вибуховій мережі від 10 до 20%, а у внутрішньосвердловинних детонаторах від 5 до 10%. Інтервали уповільнень при монтажі вибухової мережі вибираються без урахування розкиду часу спрацьовування детонаторів, що часто призводить до незапланованого вибуху більшої кількості свердловинних зарядів в ступені уповільнення, що, в свою чергу, підвищує сейсмічний ефект вибуху в цілому.

Співробітниками лабораторії з проблем сейсмічної безпеки технологічних вибухів інституту гідромеханіки НАН України на основі закономірностей сейсмічної дії вибуху розосередженого заряду вибухової речовини розроблена методика визначення фактичної кількості зарядів, що одночасно вибухнули.

Розглянемо застосування розробленої методики на прикладі масового вибуху (МВ) № 4 в Рокитнянському кар'єрі 10.07.2015 року.

Методикою передбачається вимірювання параметрів сейсмовибухових хвиль (СВХ) як при МВ, так і під час вибуху на цьому ж горизонті одиничного свердловинного заряду (вибух № 5).

Залежність швидкості зсуву ґрунту (см/с) від відстані:

- при МВ № 4:

$$U_S^Z = K_1 \cdot r^{-n} = 1062 \cdot r^{-1.22}; \quad (1)$$

- при вибуху одиничного заряду № 5:

$$U_S^Z = K_1 \cdot r^{-n} = 531 \cdot r^{-1.22}. \quad (2)$$

Визначаємо ефективну масу одиничного заряду (кг) у складі МВ №4 за формулою для розосередженого заряду:

$$Q_{\text{эф1}} = 120 \left[ \left(1 - \frac{1}{N^b}\right) \cdot C + \frac{1}{N^b} \right] = 120 \cdot 0,288 = 34,56, \quad (3)$$

де  $N=3$ ;  $b=1,46$ ;  $C=0,11$ .

За допомогою співвідношення:

$$K_2/K_1 = (Q^{1/3})^{-1.22}, \quad (4)$$

де  $K_1$  – коефіцієнти пропорційності в залежності (1) і (2);  $Q^{1/3}$  – маса одиничного свердловинного заряду (кг) для вибуху № 5 ( $120^{1/3} = 4,92$ ) і ефективна маса одиничного заряду (кг) для МВ № 4 ( $34,56^{1/3} = 3,25$ ), визначаємо коефіцієнти пропорційності  $K_2$  для залежностей швидкості зсуву ґрунту від приведеної маси заряду в наступному вигляді:

- при МВ № 4:

$$U_S^Z = K_2 \cdot \left( \frac{r}{Q_{\text{эф1}}^{1/3}} \right)^{-n} = 252 \cdot \left( \frac{r}{34,56} \right)^{-1.22} = K_C \cdot N \cdot \left( \frac{r}{Q_{\text{эф1}}^{1/3}} \right)^{-n}, \quad (\text{см/с}); \quad (5)$$

- при вибуху одиничного заряду № 5:

$$U_S^Z = K_2 \cdot \left( \frac{r}{Q^{1/3}} \right)^{-n} = K_C \cdot \left( \frac{r}{120^{1/3}} \right)^{-1.22}, \quad (\text{см/с}). \quad (6)$$

Залежність (5) – це формула для визначення швидкості зсуву при вибуху розосередженого заряду, в якій  $K_2 = 252 = K_C \cdot N$ , де  $K_C$  - коефіцієнт сейсмічності, а  $N$  - кількість розосереджених свердловинних зарядів.

Залежність (6) - це формула для визначення швидкості зсуву при вибуху одиничного заряду, в якій завжди  $K_2 = K_C$ .

Тому з (6) визначаємо коефіцієнт сейсмічності  $K_C$ :



$$K_c = \frac{U_s^Z}{\left(350/120^{1/3}\right)^{-1.22}} = 76 \quad (7)$$

Використовуючи формулу (5) для розосередженого заряду і, значення  $K_c$  з формули (7), визначаємо шукану фактичну кількість зарядів, що одночасно вибухнули, при МВ № 4:

$$N = \frac{U_s^Z}{K_c \cdot \left(r/Q_{\text{эф1}}^{1/3}\right)^{-n}} = 3,3. \quad (8)$$

Таким чином, фахівці-підрильники, маючи нову систему хвилеводів на блоці, при якій можливо посвердловинне підривання, розраховують отримати, на профілі 200-370 м швидкість зсуву ґрунту 0,59 - 0,28 см/с, а в результаті, через розкиду часу спрацьовування детонаторів, а можливо і неякісної схеми підривання, мають сейсмічний ефект 1,65 - 0,77 см/с, тобто в 2,7 рази більший.

Найкращий вихід позбутися від несанкціонованого підривання зарядів - перехід на використання електронних детонаторів.

### Література:

1. Зубченко О.А., Коробійчук В.В., Шамрай В.І. Дослідження впливу технологічних параметрів гідромолоту DAEWOO DOOSAN на його продуктивність // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2014. 2/7 (68). С. 41–46.
2. Закусило Р.В., Кравець В.Г., Коробійчук В.В. Засоби ініціювання промислових зарядів вибухових речовин: монографія / Житомирський державний технологічний університет. Житомир, 2011. 212 с.
3. Кравець В.Г., Коробійчук В.В., Бойко В.В. Фізичні процеси прикладної геодинаміки вибуху: монографія/Житомирський державний технологічний університет. Житомир, 2015. 408 с.
4. Levyskyi V., Sobolevskyi 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. Т. 33. № 2. Р. 83–90.
5. Korobiichuk I., Korobiichuk V., Hájek P., Kokeš P., Juš A., Szewczyk R. Investigation of Leznikovskiy Granite by Ultrasonic Methods // Archives of Mining Sciences. 2018. 63(1), P. 75–82.
6. Levyskyi V., Sobolevskyi 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. Т. 33. № 2. С. 83–90.
7. Korobiichuk V. V., Sidorov O. M., Sobolevskyi R. V., Shlapak V. O., Kryvorushko A. O. European integration: treatment of stone processing enterprises waste in Ukraine // Вісник житомирського державного технологічного університету. 2017. № 1. (79). С. 182–190
8. Shamrai V. I., Korobiichuk V. V., Sobolevskyi R. V. Management of waste of stone processing in the framework of Euro integration of Ukraine // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. 2017. № 2. (80) Т. 1. С. 234-239.
9. Sobolevskyi R., Vaschuk O., Tolkach O., Korobiichuk V., Levyskyi V. A procedure for modeling the deposits of kaolin raw materials based on the comprehensive analysis of quality indicators // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2017. № 3 (3). С. 54-67.
10. Коробійчук В. В., Жуков С. О., Астахов В. І. Вплив технологічних чинників на якість лицувального каменю // Вісник Криворізького національного університету. 2014. №. 28.
11. Sobolevskyi R., Zuievskia N., Korobiichuk V., Tolkach O., Kotenko V. 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. 2016. 5/3 (83). P. 21–29.
12. Korobiichuk V., Shamrai V., Iziumova O., Tolkach O., Sobolevskyi R. Definition of hue of different types of pokostivskiy granodiorite using digital image processing // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. 4/5 (82). P. 52–57.
13. Korobiichuk V. Study of Ultrasonic Characteristics of Ukraine Red Granites at Low Temperatures // International Conference on Systems, Control and Information Technologies 2016. Springer International Publishing. 2016. С. 653–658.
14. Sobolevskyi R., Korobiichuk V., Iskov S., Pavliuk I., Kryvoruchko A. Exploring the efficiency of applying fractal analysis for the process of decorative stone quality control // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 6 / 3 (84). P. 32–40.

**Куріпко М.В., магістрант, гр. ГГ-21м**  
**Науковий керівник – д.т.н., проф. Соболевський Р.В.**  
*Житомирський державний технологічний університет*

### **ТРЬОХВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМ ПРИРОДНИХ ОКРЕМОСТЕЙ З МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПЛАНУВАННЯ ГІРНИХ РОБІТ**

При проектуванні кар'єрів, а також при плануванні розвитку гірничих робіт на діючих кар'єрах необхідно встановлювати обсяги видобувних і розкривних робіт по роках і етапах існування кар'єра. При цьому гірські роботи повинні розглядатися в процесі їх динамічного розвитку з поступовим збільшенням розміру кар'єрної виїмки, обсягів виконаних робіт та зміною форми. Сучасні методи геометричного аналізу кар'єрних полів ґрунтуються на використанні ЕОМ в основному за двома напрямками. У першому напрямку обчислювальна машина використовується як засіб механізації розрахунків. Це найбільш характерно для підрахунку запасів, розрахунків обсягів видобутих гірських робіт, класифікації якісних властивостей покладів і розкривних порід за ознаками і т.д. [1]. Другий напрямок пов'язаний з рішенням завдань геометрії напрямку просування робіт, тобто направленому підрахунку обсягів для дослідження режиму гірничих робіт. При цьому варіанти розкриття і напрямку розвитку гірничих робіт можуть задаватися проектантом. В цьому випадку ЕОМ може виконувати розрахунки площ, об'ємів, коефіцієнтів розкриття, довжини фронту і т.д. за заданими напрямками [2]. Швидкодія дозволяє з досить малим кроком, а отже, і з високою точністю досліджувати велику кількість варіантів режиму гірничих робіт. Оцінка цих варіантів за кількісними показниками може здійснюватися вручну або за допомогою ЕОМ.

Прикладний характер створення сканованих 3D моделей гірських виробок дозволяє в повній мірі оцінювати потенціал освоєння покладів корисної копалини. Як правило, побудова геолого-маркшейдерських креслень досить трудомістка операція, і фахівці повинні бути оснащені програмними засобами оцифрування топографічних поверхонь промислових майданчиків кар'єрів і рудників, що дозволить оперативно вносити відповідні зміни. Виконання робіт по тривимірному проектуванню необхідно здійснювати з урахуванням ідеології, принципами створення моделей гірничо-геологічних об'єктів і інтерфейсами програмних засобів.

Очевидні переваги переведення всіх наявних гірничо-графічних даних в цифровий вигляд дозволяють значно полегшити процес отримання вихідної інформації для планування і проектування гірничих робіт [3]. Оформлення гірської графічної документації із застосуванням загальноприйнятих умовних позначень і стандартів, використання шаблонів з налаштування друку дозволяє створювати при необхідності паперові копії в будь-якому масштабі і вигляді. Остаточне формування технологічної креслярської документації можливо, наприклад, засобами САD-програм, що підтримують файли формату DXF. САD системи забезпечують оперативне вирішення технологічних задач під час проведення відкритих і підземних гірничих робіт. Серед функцій, які виконуються в системі: побудова бортів кар'єра з вписуванням транспортних комунікацій з урахуванням проектних рішень; конструювання насипів з підрахунком обсягів переміщеної гірської маси; побудова вибухових блоків, побудова ізоляцій, а також підрахунок обсягу і вмісту корисної копалини в блоках і по горизонтах. 3D візуалізація дозволяє наочно відобразити поточне і оперативне планування і його результати, вести моніторинг технологічних процесів.

Таким чином, з розвитком 3D технологій гірничі роботи на кар'єрах і в рудниках стають доступними для контролю над їх виконанням в будь-який момент часу для всіх служб гірничодобувних підприємств, будучи єдиною інформаційною базою для прийняття технічно обґрунтованих рішень по розробці родовищ корисних копалин. Високі витрати на створення 3D моделей дозволяють істотно скоротити час на виконання проектних рішень щодо розвитку гірничих робіт і забезпечують можливість прийняття найбільш оптимальних інженерно-технічних рішень з урахуванням різноманітних операцій і розрахунків.

#### **Література:**

1. Соболевський Р. В. Автоматизація визначення якісних параметрів товарної продукції на блочних кар'єрах / Р. В. Соболевський, В. Г. Левицький // Наукові праці ДонНТУ. – 2013. – № 1. – С. 214–218.
2. Соболевський Р. В. Геостатистичний підрахунок запасів Велико-Гадоминецького родовища первинних каолінів з врахуванням сортової диференціації / Р. В. Соболевський, О. М. Ващук // Вісник ЖДТУ. – 2014. – № 1. – С. 124–132.
3. Соболевський Р. В. Дослідження особливостей геометризації пластових родовищ / Р. В. Соболевський, О. М. Толкач // Вісник ЖДТУ. – 2011. – № 3. – С. 189–195.
4. Sobolevskiy R. Quality control of drilling operations for efficiency upgrading of creation of separation plane by lineage drilling / R. Sobolevskiy, V. Shlapak // Metallurgical and mining industry. – 2016. – № 2. – P. 167–173.

**Кучерук М.О., студ., 4 курс, ГР-41, ННМІ  
Науковий керівник – Стріха В.А. к.т.н., доц.**

*Національний університет водного господарства та природокористування*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТОРФОДЕРНОВИХ КИЛИМІВ ПРИ РОЗРОБЦІ ТОРФОВИХ РОДОВИЩ В УКРАЇНІ**

На території України розташовано багато торфових родовищ, де торф видобували в минулому, і його промислові запаси вичерпані, або видобувають донині і частина площ вже вироблена. На сьогоднішній день в Україні є біля 32 тис. га вироблених торфових площ, більшість із яких не використовується. Якщо осушення торфового родовища відбувається з метою видобутку торфу, то зміни умов у екологічній системі відбуваються на період 20 - 30 років, протягом якого ці зміни не набувають критичних значень. Використання ж вироблених торфових родовищ триває значно довше, і невпровадження науково обґрунтованих ефективних напрямків їх використання може спричинити велику шкоду лісовим масивам, водоймищам і лукам, розташованим на прилеглих територіях.

В багатьох країнах світу займаються спеціальним вирощуванням дерну як на мінеральній (трав'яні килими), так і на торфовій основі (торфодернові килими). В наш час, досить ефективне створення газону за допомогою торфодернових килимів з багаторічних трав.

Торфодернові килими - це покриття газонного типу, які формуються з переплетення мичкуватих кореневих систем та наземної частини трав'янистих рослин на торфовій основі.

На даний час при промисловому та житловому будівництві досить гостро постає проблема швидкого облаштування прибудинкових територій. Це можна вирішити шляхом використання торфодернових килимів. Також килими доцільно використовувати на прилеглих до регульованих перехресть територіях, тому що під час роботи двигунів на перехресті виділяється велика кількість шкідливих речовин які накопичуються в прилеглих газонах. Торфодернові килими використовують для створення декоративних, спортивних та інших типів газонів. Крім декоративного та естетичного, дернові покриття мають велике господарське значення, особливо для укріплення земляних схилів, автомобільних доріг та залізниць, при будівництві гідромеліоративних споруд, закріпленні берегів річок та водоймищ. Створення дернового покриття на крутих схилах методом засіву насіння трав неефективне, оскільки значна частина насіння вимивається дощами. За таких умов для захисту укосів від водної та вітрової ерозії необхідно різко скоротити терміни одерновування ґрунту. Для цього найкраще використовувати торфодернові килими, попередньо (за 30–40 днів) вирощені на осушеному торфовому родовищі.

Найкращою основою для вирощування торфодернових килимів є верховий торф мохової групи, який має високу гідролітичну та обмінну кислотності порівняно зі звичайними ґрунтами, що дозволяє виростити килими високої якості.

Аналіз торфового фонду України показав, що більшість торфових родовищ України складаються з низинних видів торфу, гідролітична кислотність яких значно нижча ніж верхового торфу мохової групи, що ускладнює одержання високоякісної продукції.

Була розроблена технологія виробництва торфодернових килимів на торфових родовищах низинного типу з торфом трав'яно-мохової групи.

Дослідження, проведені на Смолинській ділянці державного підприємства «Чернігівторф», показали, що на торфових родовищах низинного типу найкращою основою для вирощування торфодернових килимів є торф трав'яно-мохової групи зі ступенем розкладу до 30%, зольністю до 20% і необхідною кислотністю.

Торфовий поклад повинен бути осушений і підготовлений у відповідності до правил технічної експлуатації торфових покладів, як для видобування фрезерного паливного торфу. У підготовленому шарі покладу не повинно бути деревних решток і викидів мінерального ґрунту. Поблизу ділянок для вирощування торфодернових килимів необхідна наявність запасів води для поливу дерноутворюючих трав в період догляду за ними. Ділянка має бути розташована якомога ближче до автомобільних доріг, що дозволить уникнути пошкоджень килимів при значних внутрішньо масивних перевезеннях.

В основу технології виробництва дернини покладено створення оптимальних умов для розвитку трав, які утворюють торфодерновий килим з коренів, основ пагонів та зеленої наземної маси трав'яного шару. Суміш насіння багаторічних трав загортають в тонкий окультурений шар торфового покладу, який забезпечує необхідні умови для розвитку рослин. Переплетіння коренів рослин з волокнами торфу утворюють міцну торфодернову основу килима. При цьому шар торфу стає складовою частиною готового дерну. Проростання коренів рослин вглиб покладу не відбувається через високу природну кислотність нижніх шарів торфового покладу.

Висновки: виробництво торфодернових килимів в Україні є доцільним та актуальним; торфодернові килими мають суттєві переваги перед традиційними технологіями облаштування газонів; на покладах низинного типу теж можливо виробляти торфодернові килими достатньої якості.

Мартинюк М.В., магістрантка, 1 курс, гр. ГГ-21м  
Заруцький С.О., аспірант  
Науковий керівник – д.т.н., проф. Соболевський Р.В.  
Житомирський державний технологічний університет

### ГЕОМЕТРИЗАЦІЯ ЯКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ КАМ'ЯНОБРІДСЬКОГО РОДОВИЩА ГАБРО

Серед задач, які стоять перед маркшейдерською службою найбільш актуальною на даний момент є геометризація якісних параметрів Кам'янобрідського родовища. Одним з найбільш важливих показників які визначає якість покладу габро є: тріщинуватість і декоративність. Для повного уявлення про якість покладу необхідно врахувати зміну декоративності по площі родовища. Серед існуючих методик оцінки декоративності була розроблена нова максимально об'єктивна методика: по всій площі родовища на горизонті +180 м були відібрані зразки габро 10×10 см і визначені координати місця відбору проб (рис.1).

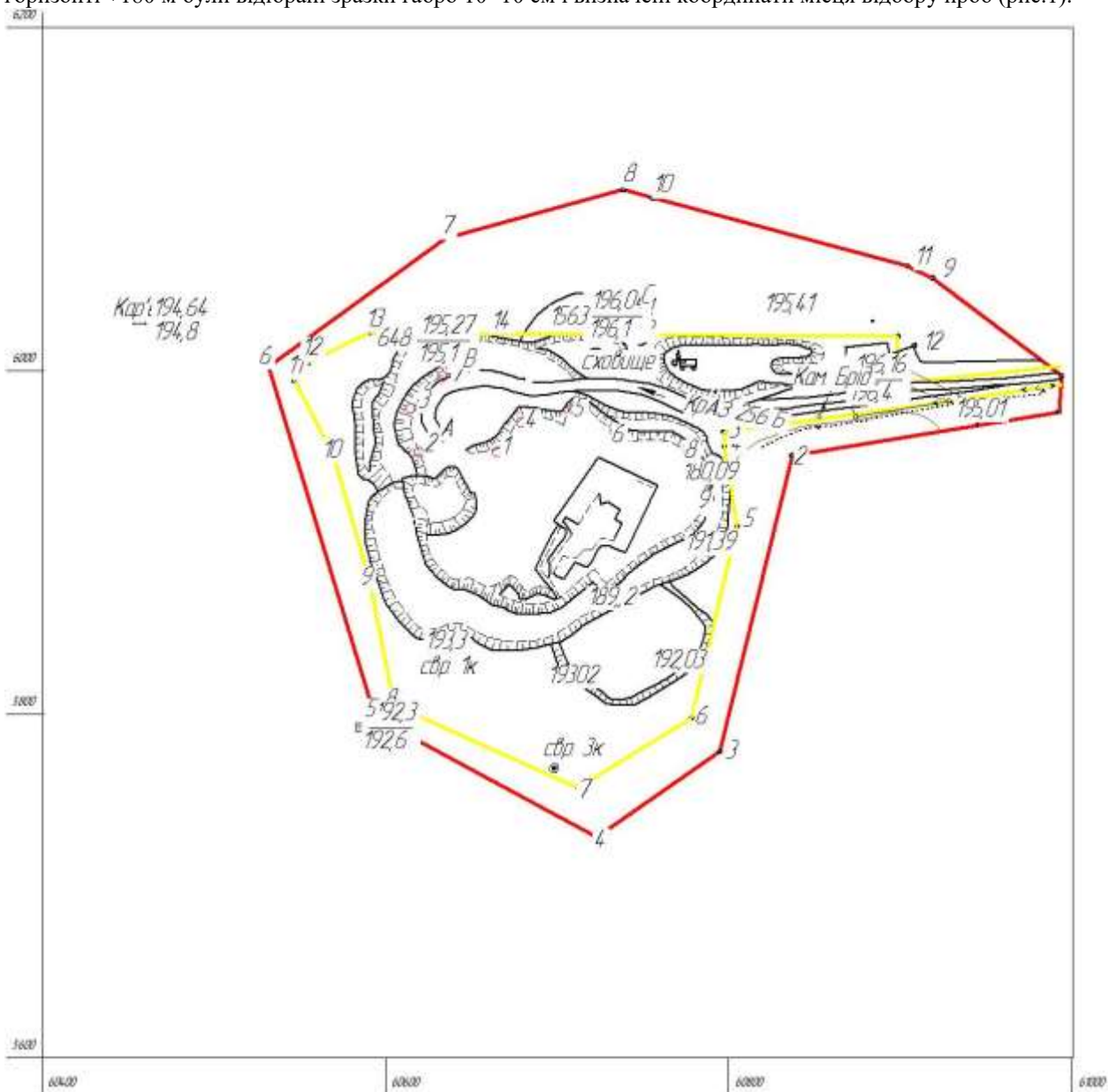


Рис. 1. Відбор зразків для геометризації

Після чого була виконана фактурна обробка зразків. Оброблені зразки сканували за допомогою сканера Epson IP 1500. Отримані зображення передавалися в програму MdiStone. Де в кольоровій системі RGB за допомогою накладання маски визначалися відносні площі зони рівномірно чорного забарвлення (табл. 1).

Результати виконаних досліджень			
Номер точки	X	Y	Відносна площа рівномірного забарвлення
1	5954,940	60662,759	44
2	5954,000	60616,760	21
3	5978,000	60614,790	47
4	5970,288	60679,460	44
5	5978,400	60708,000	36
6	5965,220	60732,000	31
7	5997,000	60633,220	12
8	5949,628	60777,630	19
9	5921,036	60784,960	26

За відносними площами і координатами зразків була виконана геометризація декоративності за допомогою програми Серфер8. В результаті виконаного аналізу розподілу відносних площ рівномірного забарвлення було встановлено, що максимально якісна за декоративністю сировина сконцентрована в центральній частині родовища.

#### Список літератури:

1. Sobolevskiy R. V. Evaluation of accuracy of photogrammetric methods and laser scanning for measuring of parameters of cracks natural separateness / R. V. Sobolevskiy, V. H. Levytskyi, V. O. Shlapak // Вісник ЖДТУ. – 2016. – № 1. – С. 158–163.
2. Sobolevskiy R. Quality control of drilling operations for efficiency upgrading of creation of separation plane by lineage drilling / R. Sobolevskiy, V. Shlapak // Metallurgical and mining industry. – 2016. – № 2. – P. 167–173.
3. Sobolevskiy R. Cluster analysis of fracturing in the deposits of decorative stone for the optimization of the process of quality control of block raw material // R. Sobolevskiy, N. Zuievska, V. Korobiichuk, O. Tolkach, V. Kotenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Issue 5/3 (83). – P. 21–29
4. Korobiichuk V. Definition of hue of different types of pokostivskiy granodiorite using digital image processing // V. Korobiichuk, V. Shamrai, O. Iziumova, O. Tolkach, R. Sobolevskiy // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Issue 4/5 (82). – P. 52–57
5. Соболевський Р. В. Оцінка достовірності геометризації якісних показників Велико-Гадоминецького родовища первинних каолінів на основі підбору оптимальної моделі варіограми за площинним критерієм / Р. В. Соболевський, О. М. Ващук, О. М. Толкач // Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського. – 2015. – № 1. – С. 57–64.
6. Соболевський Р. В. Управление качеством блочного сырья на основе цифровой фотограмметрии и оптимизационного моделирования // Научно-техническое обеспечение горного производства / Р. В. Соболевський // Труды Института горного дела им. Д. А. Кунаева (Казахстан). – 2014. – № 1. – С. 259–266.
7. Левицький В. Г. Обґрунтування оптимальних технологічних параметрів видобування гранітних блоків на основі показників тріщинуватості / В. Г. Левицький, Р. В. Соболевський // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков: Технологический центр, 2014. – Вып. № 3/3 (69). – С. 48–52.
8. 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. T. 33. № 2. С. 83–90.
9. Sobolevskiy R., Korobiichuk V., Iskov S., Pavliuk I., Kryvoruchko A. Exploring the efficiency of applying fractal analysis for the process of decorative stone quality control // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 6 / 3 (84). P. 32–40.
10. Sobolevskiy R., Zuievska N., Korobiichuk V., Tolkach O., Kotenko V. 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. 2016. 5/3 (83). P. 21–29.
11. Sobolevskiy R., Vaschuk O., Tolkach O., Korobiichuk V., Levytskyi V. A procedure for modeling the deposits of kaolin raw materials based on the comprehensive analysis of quality indicators // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2017. №. 3 (3). С. 54–67.
12. 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.

## НЕЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ТОРФУ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Важливими перевагами торфу і торф'яної продукції є:

- чистота і стерильність, повністю відсутня патогенна мікрофлора, хвороботворні мікроорганізми і насіння бур'янів;
- вологоємність, пухкість і сипучість при високій іонообмінній здатності дозволяє адсорбувати і утримувати оптимальне волого-повітряне співвідношення, поступово віддавати рослинам елементи мінерального живлення;
- вміст у складі натуральних природних гумінових кислот, що мають стимулюючу дію на розвиток рослин і корисної мікрофлори.

Торф має декілька важливих властивостей, котрі зумовлюють його цінність для землеробства. Він покращує структуру ґрунту, його водно-повітряні властивості. Внесення торфу в ґрунт є найкращим способом поліпшити властивості ґрунту: пористість, щільність, вологоємність, мікробіологічний та поживний склад. Будучи основою середовища будь-якої рослини і вологорегулятором забезпечує оптимальні умови отримання продукції в усіх кліматичних зонах.

Не будучи багатим по наявності макро- і мікроелементів, торф містить унікальні компоненти: гумінові кислоти, котрі покращують ріст і розвиток рослин, та амінокислоти, потрібні на перетворення певних субстратів живлення на форму, що доступна рослинам. Торф володіє бактерицидними властивостями, великою газобиральною здатністю, однаково необхідними для будь-яких типів ґрунту. Він оздоровлює ґрунт, знижує вміст нітратів в 1,5–2 рази, запобігає накопиченню в рослинах важких металів та інших шкідливих речовин, послаблює дію отрутохімікатів, що потрапляють до ґрунту. Перегній, який утворюється в ґрунті при тривалому внесенні торфу, перешкоджає вимиванню легкокорозійних добрив. Низинні й перехідні торфи, які складаються з перепрілих залишків деревної та трав'яної рослинності, є родючіші, аніж верхові. Ними користуються, щоб докорінно поліпшити властивості слабородючих ґрунтів, надати зв'язності бідним на перегній пісковим ґрунтам, або розпушити глинисті.

В наш час до 70% видобутого в світі торфу продається для неенергетичних цілей, головним чином, для сільського господарства і садівництва. Завдяки своїм зазначеним унікальним фізико-хімічним властивостям, низькій густині, високій пористості і біологічній стерильності верховий торф знайшов найширше застосування в тваринництві, тепличному овочівництві, квітникарстві і рослинництві.

На покладах торфу можна вирощувати торфодернові килими для озеленення, зеленого будівництва і боротьби з вітровою ерозією, закріплення укосів в дорожньому будівництві. З торфу одержують торф'яні фільтруючі елементи, сорбенти, що володіють високою нафтомаслоємністю.

У сільськогосподарському виробництві торф умовно ділять на дві групи: *легкий* (або світлий) – торф верхнього шару залягання зі ступенем розкладання до 15%. Це молодий, слабозрозкладений торф з густиною від 150 до 250 кг/м<sup>3</sup>, який має високу газо- та водопоглинальну здатність, але менший вміст гумінових та амінокислот через незавершений розпад; *важкий* (або темний) – торф глибших шарів зі ступенем розкладання понад 15%. Це «зріліший» торф з густиною від 350 кг/м<sup>3</sup> та високим вмістом гумусу, але меншою, ніж у легкого, газо- й водопоглинальною здатністю.

Залежно від технології землеробства торф використовують:

1. У чистому вигляді, як покращувач структури оброблюваного ґрунту, для акумуляції і тривалого утримання вологи, а також середовища що сприяє збільшенню киснеобмінних процесів.

2. За технологією, що набуває останнім часом найбільшого розповсюдження (у теплицях, «багатоповерхове» вирощування, в садах), з торфу готують субстрат, тобто, використовуючи торф як основу, його змішують з набором мікро- і макроелементів, необхідних рослині. Таким чином одержують готовий якісний ґрунт, який можна зробити з урахуванням виду рослини, кліматичних особливостей середовища, умов дозрівання плодів і т.д.

3. Як сировину для приготування органічних добрив.

4. Торф'яні килими, що використовують для облаштування газонів і зміцнення укосів земляних насипів, каналів і водоймищ (на площах з осушеним торф'яним покладом верхового типу вирощують травосуміш з насіння багаторічних злакових трав, потім розрізають на стрічки і скручують в рулон).

5. Торф'яні блоки, що використовують для вирощування розсади (пориста гідрофільна плита з нейтралізованого верхового торфу, розділена на квадратні посівні осередки з лунками для закладки насіння, або паростків).

6. Торф використовують як підстилку у тваринництві. Здатність сухого торфу поглинати вологу та запахи, дозволяє використовувати його як підстилку для худоби. Один кілограм легкого торфу утримує до 20 літрів води. Отриману після цього суміш можна компостувати без додаткової обробки. Ще однією перевагою використання торфу для підстилок є його бактерицидні властивості: торф запобігає багатьом хворобам у худоби.

7. Торф є цінною хімічною сировиною. На сьогодні з торфу отримують понад сто основних хімічних виробів: метиловий і етиловий спирт, фенол, віск, парафін, молочну, оцетну та шавельну кислоти, аміак, стимулятори росту рослин, гербіциди та ін.

Взагалі ж спектр видів використання торфу є надзвичайно широким, від традиційних – до екзотичних.

Волокна пухівки, які входять до складу торфу, можна використовувати при виготовленні тканин. Розроблено технологію промислового виробництва таких тканин.

Противірусні властивості торфу відомі з давніх часів. На сьогодні на оздоровницях Західної Європи широко поширені торф'яні купелі, в яких використовують бактерицидні та лікувальні властивості торфу.

У Європі, в даний час набули поширення торф'яні ванни, що володіють лікувальним ефектом. У багатьох відомих SPA-лікарнях застосовують торф'яні ванни для лікування ревматизму і артриту. З великою увагою зараз відносяться до досліджень лікувальних властивостей торфу. Торф вже відомий і як ліки. З нього виробляють ряд цілющих препаратів. Наприклад «торфот» – ліки, незамінні при лікуванні хвороб серця, нирок, екземи, відшаровування сітківки. Його застосовують як засіб, регулюючий метаболічні процеси в організмі людини.

Пухівкові волокна можна використовувати при виготовленні тканин. У Фінляндії, наприклад, вже існує одяг, тканина якого, виготовлена із застосуванням торфу. В кінці минулого століття на виставці в Антверпені в Голландії були продемонстровані міцні тканини з торфу – килими, доріжки, попони.

Торф може бути використаний як абсорбуючий матеріал при ліквідації екологічних аварій різного типу. Суміш торфу й активованого вугілля використовується для очищення повітря. Оброблений торф застосовується для поглинання нафти з поверхні океану або узбережжя, для очищення стічних вод від ряду фарбників, фенолу, нітратів, фосфатів, іонів важких металів, жирів, протеїнів.

Ескімоси будують житла з двох шарів: внутрішнього – торфу і зовнішнього – снігу, виходять дуже теплі будиночки!

Верхній шар сфагнового торфу може застосовуватися в целюлозно-паперовій промисловості: для виготовлення твердих сортів паперу, картону.

При хімічній переробці кускового торфу під дією високих температур відбувається виділення до 98% вуглецю – виходить вуглецевий відновник металу – кокс, що має широке застосування в металургії.

Торф'яні фільтри використовуються в акваріумах! Багато тропічних вод володіють більшою або меншою кислотністю. Йдеться про гумінові кислоти, які виділяються деревиною і листям. Воду для акваріума пропускають через торф, щоб вона вбирала в себе речовини, що містяться в ньому. Багато видів декоративних риб походять з особливо чистих і «кислих» вод. Із застосуванням торфу можна створити для них умови, близькі до природних.

Геокар – будівельний матеріал ХХІ століття. Блок застосовується як теплоізоляційний матеріал при будівництві житлових будівель: (навісні стіни, кринична кладка, міжкімнатні і міжквартирні перегородки, утеплення горищних і міжетажних перекриттів), а також господарчих споруд. «Геокар» може застосовуватися як термоізоляція холодильного устаткування й ізоляція трубопроводів, що транспортують як теплоносії, так і хлороагенти. При малоповерховому будівництві матеріал використовується як конструкційний в зовнішніх захищаючих конструкціях.

Геокар – чудовий теплоізолятор. При застосуванні інших утеплювачів в «точці роси» утворюється лід. Його поява сприяє тепловтрапам, а також руйнує за тим же принципом, як і замерзаючі і відтають калюжі псуєть дорожнє полотно.

Торф використовують і при виробництві Віскі. Перша згадка про Віскі (Whisky) датується 1494 роком, а широкого розповсюдження він досяг в 1700 році. З тих часів по сьогоднішній день при приготуванні Шотландського Віскі використовується торф. За класичною технологією, ячмінь спочатку замочують на пару днів у воді, а потім розсипають тонким шаром по підлозі солодильні для пророщування. Крохмалі при цьому перетворюються в цукри, які згодом служать їжею для спиртоутворюючих грибків – дріжджів. Через 5-7 днів виходить солод (malt). У цей момент проростання ячменю треба зупинити, і його для цього підсушують в килні – спеціальному приміщенні з дірчастою підлогою, під якою розводять вогонь. Паливо використовують типове для Шотландії – торф. Торф дуже погано горить, виділяючи дим, що має вельми характерний запах. Дим, пройшовши крізь зерно, виходить з приміщення через отвір в даху. Торф додає віскі його незрівнянного запаху і смаку. Солодовий віскі, так само як коньяк або арманьяк, володіє практично унікальною серед міцноалкогольних напоїв особливістю набувати специфічного смаку залежно від місця виробництва.

Л.Ю. Нонік, студ., гр. ЗРР-17м  
Науковий керівник – О.В. Хоменчук, к.т.н., доц.  
Житомирський державний технологічний університет

### АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ ПІДЗЕМНИХ ВИРОБОК АРКОВОЇ ФОРМИ З МІНІМАЛЬНИМ ЗГИНАЮЧИМ МОМЕНТОМ В НЕБЕЗПЕЧНОМУ ПЕРЕРІЗІ ПРОФІЛЮ КРІПЛЕННЯ

В сьогоднішніх умовах актуальним є питання вдосконалення кріплення і технології його зведення для зниження собівартості, енергоємності та трудомісткості проведення виробок і таким чином зниження собівартості корисної копалини, що видобувається.

Перспективними в цьому напрямку є полегшені типи кріплення – анкерне, набризкбетонне армоване сталевими фібрами [1], які дозволяють застосовувати несучу здатність приконтурного масиву, але товщина шару що замонолічує гірські породи залежить від напруження гірського тиску, яке виникає на контурі виробки.

Розміри виробки визначають координати небезпечного перерізу профілю кріплення в якому виникає небезпечна комбінація максимального згинаючого моменту та осьового зусилля, які викликають деформації та руйнування кріплення. При визначенні напруження, що виникає у СВП № 33 стандартної форми у слабких породах з кутом внутрішнього тертя  $71,567$  градусів і коефіцієнтом міцності  $f = 3$  за шкалою проф. М.М. Протодьконова на глибині  $300$  м за класичною методикою визначення розмірів склепіння обвалення порід [2], з'ясовується, що він не витримує комплексного навантаження. У той же час, при зменшенні згинаючого моменту шляхом зміни співвідношення ширини виробки до її висоти, навантаження на кріплення може бути зменшено, що дозволить підвищити стійкість виробки та знизити майбутні витрати на її підтримання.

Застосовуючи чисельне моделювання були отримані співвідношення ширини виробки до її висоти  $\zeta$  для наведених умов в залежності від глибини закладання виробки. На рис. 1 зображено графік залежності  $\zeta$  коли згинаючий момент близький нулю при глибині  $H$ .

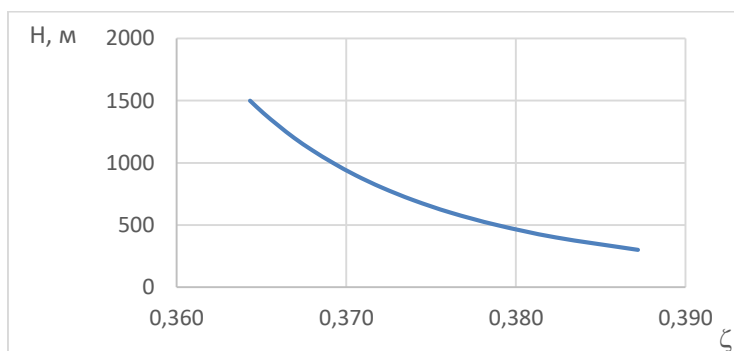


Рисунок 1. Співвідношення ширини виробки до її висоти  $\zeta$ , при якому максимальний згинаючий момент у арковому піддатливому кріпленні знижується до нуля.

Таким чином, підтверджується положення про найбільш стійку форму поперечного перерізу підземних виробок – еліпсоподібну, причому зі зростанням глибини еліпс приймає більш витягнуту форму. При застосуванні такої форми виробок, їхня стійкість значно підвищиться а витрати на їх підтримку істотно знизяться. Проте, в даному випадку виникає необхідність змінювати технологію, техніку та обладнання для проведення виробок, що в свою чергу є необхідністю при проведенні виробок на великих глибинах. Окрім того, зменшення згинаючого моменту дозволить використовувати полегшені типи кріплення у нестійких породах, що також знизить загальну вартість проведення виробок за рахунок зменшення поперечного перерізу начорно, а отже і зменшення об'ємів порід що руйнуються та їх транспортування.

#### Список літератури:

1. Березюк Р.М. Застосування полегшених типів кріплення для забезпечення стійкості підготовчих виробок. / Березюк Р.М., Хоменчук О.В. / Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів. Зб. тез. – Житомир : ЖДТУ, 2016. – С. 40-45.
2. Мілевич В.М., Бакка М.Т. Практикум з технології розробки родовищ корисних копалин підземним способом. – Житомир: ЖДТУ, 2004. – 243 с.



**Опанащук Ю.С., магістрант, гр. РР-38м  
Шамрай В.І., к.т.н., ст. викл.**

*Житомирський державний технологічний університет*

## **ЄВРОІНТЕГРАЦІЯ: РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ КАМЕНЕДОБУВНОГО ТА КАМЕНЕОБРОБНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Сучасна камінеобробна промисловість та будівництво вирізняється проблемою переробки та утилізації відходів. Причиною її виникнення стали не тільки збільшення обсягів будівництва, але й відсутність сучасних стандартів й відповідного законодавства, яке передбачає раціональне використання природних ресурсів та охорону навколишнього середовища. Також на ряду з цією проблемою, існує практика «самовивозу» відходів на несанкціоновані звалища, що спричиняє забруднення навколишнього середовища [1].

У розвинених країнах (країни ЄС, США, Канада) поводження з відходами камінеобробного виробництва регламентується відповідним законодавством. Вартість переробки відходів кам'яного виробництва значно менша, ніж їх вивіз на звалища. Крім того у кожного підприємства є розроблений план поводження з відходами.

Створення ретельного плану управління відходами створює безліч переваг для камінедобувних та камінеобробних підприємств. До них належать такі:

— Потенційний дохід: тверді кам'яні відходи та шлам можуть бути продані на ринку, створюючи додаткове джерело доходу компанії.

— Раціональне використання природних ресурсів: зменшення кількості матеріалу втраченого під час розробки кар'єрів, дроблення і різання підвищує ефективність компанії і кількість прибуткової продукції.

— Зниження витрат на зберігання, транспортування та утилізацію: з меншою кількістю відходів для зберігання і транспортування, витрати на утилізацію відходів зменшуються. Витрати на розміщення відходів на звалищі та транспортування зменшуються.

— Поліпшення здоров'я і безпеки: зменшення кількості часток пилу у повітрі. Здорова робоча сила забезпечує більш низькі витрати на охорону здоров'я для роботодавців.

— Підвищення соціально відповідальної репутації компанії.

**Стратегія управління відходами камінедобувного та камінеобробного виробництва** складається з наступних основних етапів:

**1. Запобігання утворення відходів** камінеобробного та камінедобувного підприємства полягає у:

— Застосуванні ощадливих технологій видобування та обробки каменю: при видобуванні – застосування канатного різання та інших способів, в якості заміни буровибухового способу гірничих робіт; при переробці – використання обладнання, що виробляють менше дрібних фракцій та пилу; використання грохотів з відповідними розмірами комірок для просіювання; при обробці – використання пил з тонкими ріжучими сегментами, для зменшення ширини пропилу.

— Правильній організації роботи камінеобробного та камінедобувного підприємства: при видобуванні – проведення точної оцінки підрахунку запасів каменю, для максимальної ефективності екскавації корисної копалини; визначення раціонального напрямку посування фронту гірничих робіт; при обробці – використання відповідних режимних параметрів для зменшення кількості витрат інструменту та пилу; калібрування та контроль за зношуванням робочого інструменту та подачею необхідної кількості води, оскільки зношений інструмент може створювати надмірну кількість пилу та дрібних часток; використання ЧПУ, що забезпечує високоточні параметри станків і мінімізує витрати.

**2. Розробка планів підприємств з управління відходами** камінеобробного та камінедобувного підприємства.

Відповідно до Європейського Закону про кругову економіку, регіональні органи влади повинні видавати для підприємств плани з управління відходами. В умовах євроінтеграції України у рамках правильного поводження з відходами, розробку планів управління відходами необхідно перекласти на підприємства, оскільки вони мають найбільш досвідчених фахівців у своїй галузі. Але план управління відходами повинен включати опис наступних пунктів:

— мета переробки та утилізації відходів, підготовка до повторного використання та утилізації відходів, а також утилізації відходів;

— існуюча ситуація в галузі управління відходами (кількість відходів, що утримується на балансі підприємства; кількість відходів, що виробляється підприємством за видами, відповідно до класифікатора відходів України ДК 005-96);

— необхідні заходи, щодо поліпшення переробки відходів та їх утилізації, в тому числі оцінки їх здатності для досягнення поставлених цілей;

— необхідні заходи, які включають зменшення вмісту шкідливих речовин від зберігання, переробки та утилізації відходів.

**3. Визначення операцій з переробки відходів** каменобробного та каменедобувного підприємства полягає у визначенні фізико-хімічних властивостей відходів каменедобувного та каменобробного виробництва з метою визначення напрямків їх використання або ліквідації.

В залежності від типу відходів каменедобувного та каменобробного виробництва їх використовують у наступних виробничих процесах (табл. 2).

Таблиця 2

Напрямки використання різних типів відходів каменедобувного та каменобробного виробництва

Тип кам'яних відходів	Напрямки використання
1. Дрібні кам'яні відходи (в т.ч. шлам)	Виробництво асфальту і бетону Виробництво цегли Будівельні заливки Засоби для біофільтраційних систем або відновлення ґрунту Мінеральний вміст для ґрунту Виробництво синтетичного агрегату
2. Відходи у вигляді відсіву	Будівельні заливки Інгредієнт для бетонної суміші Для використання у ландшафтному дизайні та декоративному використанні Засоби для біофільтраційних систем Для підсіпки доріг
3. Великі кам'яні шматки та булижники	Заповнювач для фундаментів Для використання у ландшафтному дизайні та декоративному використанні
4. Пошкоджені блоки та сляби	Використання в якості заповнювача фундаментів Для різання плиток невеликих розмірів, виробництва бруківки або мозаїки

Отже, внаслідок аналізу літературних джерел та особливостей каменобробного виробництва, запропоновано стратегію управління відходами каменедобувного та каменобробного виробництва, що включає 3 етапи: 1) запобігання утворення відходів; 2) розробка планів підприємств з управління відходами; 3) визначення операцій з переробки відходів.

#### Список використаної літератури:

1. Шпакова, Г.В., 2012. Шляхи і можливість переробки будівельних відходів в Україні. Будівельне виробництво, (54), с. 22-25.
2. Закон України "Про відходи." № 187, по. 98 (1998): 36-37.
3. Класифікатор України, Державний. "Класифікатор відходів ДК 005-96 [Електронний ресурс]." Режим доступу: <http://www.uazakon.com/big/text78/pg1.htm> (2012).
4. ЕС-European Commission. "Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste." Official Journal of the European Union L 312, no. 13 (2008): 22-11.
5. Shamrai, V. I., Korobiichuk, V. V., & Sobolevskiy, R. V. (2017). Management of waste of stone processing in the framework of Euro integration of Ukraine. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки, (2 (80) Т. 1), 234-239.
6. Давидова І.В. Оцінка фізико-хімічних властивостей лісових ґрунтів у зоні техногенного впливу щелебних кар'єрів на Житомирському Поліссі / І.В. Давидова // Агроекологічний журнал. Спеціальний випуск. – 2010. – С. 74–81.
7. Давидова І.В. Оцінка впливу Житомирського міського звалища побутових відходів на гідрологічний режим прилеглих територій / І.В. Давидова, М.Б. Мянська, З.М. Шелест // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Спеціальний випуск. – 2010. – С. 70–72.
8. Коробійчук В.В. Геометризація супутньої корисної копалини в умовах Лезниківського родовища гранітів та гірничо-геометричний аналіз його показників / В.В. Коробійчук, О.О. Кісель, В.А. Стріха // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування / Технічні науки. – 2012. – № 2 (58). – С. 175–184.

Т.Б. Охота, магістрант, 1 курс, гр. ГГ-21м  
А.В. Панасюк, доцент кафедри маркшейдерії, к.т.н.  
Житомирський державний технологічний університет

### АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ БОРТІВ КАР'ЄРУ НА РОДОВИЩАХ СУГЛИНКІВ

З розвитком промисловості в галузі видобування будівельної сировини зросла потреба у підвищенні продуктивності видобування. Зазвичай будівельна сировина така як глина є не стабільною і не стійкою при впливі негативних факторів. Це може призвести до зсуву чи опливини, що призводить до непередбачуваних економічних збитків.

Важливим видом робіт, які можуть забезпечити і попередити зсув є правильний підбір методу оцінки стійкості бортів саме для родовища суглинків, що і являється основною метою роботи.

Усі види оцінки базуються на міцності та виду поверхні ковзання. Зокрема для глинистих порід, що мають плоску чи круглоциліндричну поверхню ковзання, деформацію відкосів розраховують за методами: П.М. Цимбаревича, Р.Р. Чугаєва, Г. Франсе, О. Вінклера, Л.Н. Бернацького, О.Т. Токмурзіна. Дані способи базуються на принципі побудови у масиві поверхні ковзання, вздовж якої задовольняються умови граничної рівноваги. Якщо не можливо задовольнити однакові умови по всій поверхні відкосу, у такому разі ефективним рішенням є поділ укосу на окремі вертикальні відкоси де будуть збережені умови рівноваги. При даних умовах можуть використовуватись такі методи обрахунку: спосіб С. Хюльтина, спосіб Г. Крея – К. Терцагі, спосіб Р.Р. Чугаєва – О.В. В'яземського, спосіб А. Бішопа.

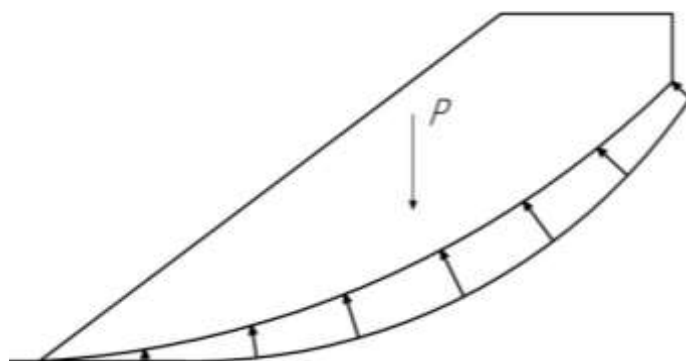


Рис. 1. Монолітний відсік зрушення

В способах де розглядають призму зміщення як єдине ціле (монолітний відсік зрушення) існують труднощі з визначенням епюри нормальних напружень вздовж поверхні ковзання. Тому такі способи є незручними. Навіть якщо припустити, що головний вектор зовнішніх сил дорівнює нулю і ми визначимо їх вздовж поверхні ковзання, всеодно необхідно розділити призму на блоки для визначення реакції, а для цього потрібно враховувати міжблокові реакції. Такі методи обрахунку використовуються коли поверхня ковзання є плоскою, що більш притаманне саме родовищам суглинків.

Способи, де призма зміщення ділиться на блоки дозволяють визначити величину зовнішніх сили по кожному відсіку та враховуються міжблокові сили. Розглянувши задачу по рівновазі даного відсіку можна сказати що вона є статистично невиконуваною, оскільки для виконання плоскої рівноваги відсіку ми вказуємо три умови статистичної рівноваги, а невідомих значень у нас чотири. Відповідно для всієї призми зміщення буде кількість невідомих рівна кількості відсіків. Наприклад, часто нехтують точкою прикладення міжблокової сили, тому умова моменту для відсіку відкидається разом з невизначеним плечем прикладення нормальної міжблокової сили.

Усі способи дозволяють визначити форму і положення потенційної поверхні ковзання. Способи, які передбачають ділення призми зміщення на блоки також дозволять визначити співвідношення дотичних і нормальних реакцій по бічним граням відсіків (реакція горизонтальна, похила чи допустимо похила) Результатів вирішення задач за способами ділення призми на відсіки буде достатньо для передбачення і попередження зсуву, на відміну від розрахунку по монолітному відсіку.

#### Список використаної літератури:

1. Демин А.М. Закономерности проявления деформаций откосов в карьерах / А.М. Демин. - М.: Наука, 1981. – 144 с.
2. Терцаги К. Механика грунтов и инженерная практика / К. Терцаги, Р. Пек - М.: Госстройиздат, 1958. - 607 с.
3. Hoek E., Bray J. Rock Slope Engineering. Rev. 3rd Ed. - Taylor & Francis Routledge. – 2005.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ДЕКОРАТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ В АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Природний облицювальний камінь в основному використовується в якості довговічного будівельного декоративного матеріалу. Тому його естетичні показники є одними з основних характеристик. До естетичних показників, що визначають якість декоративного та облицювального каменю, входять колір та вид лицювальних поверхонь каменю. При прийманні зразків виробів каменеобробної продукції їх відповідність вимогам визначають шляхом візуального порівняння з еталонами (узгодженими зразками). Це призводить до помилок та суб'єктивізму в оцінках. Якщо деякі з показників мали б кількісне визначення, то проводячи однакові виміри на зразках продукції та еталонах можна було б суттєво зменшити розбіжності при порівнянні.

Для вирішення задачі аналізу зовнішнього виду поверхні необхідно сформувати цифрове відеозображення поверхні облицювального каменю і виконати його обробку засобами сучасної обчислювальної техніки. В найбільш загальному вигляді послідовність дій зображена на рис. 1.

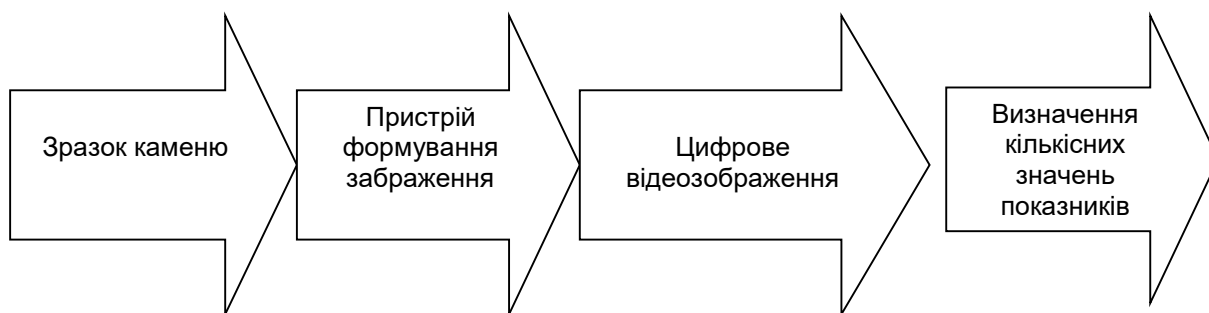


Рис. 1. Схема визначення чисельних показників вигляду поверхні облицювального каменю

Для формування відеозображень поверхні каменю доцільно використовувати стандартні пристрої формування відеозображень (сканер, цифровий фотоапарат або цифрова відеокамера), звертаючи увагу на технічні характеристики цих пристроїв, суттєві для отримання необхідної вимірювальної відеоінформації.

В процесі цифрової обробки відеозображень поверхні каменю потрібно визначити ті кількісні ознаки, які могли б використовуватися як при рішенні геологічних проблем, так й при контролі та прийманні промислової продукції з облицювального каменю. Тому при класифікації може відбуватися як віднесення зразка каменю до певної геологічної класифікаційної групи, різновиду породи та інше, так і визначення його придатним для приймання.

Предметом дослідження виступав процес зміни блиску декоративного каменю під дією агресивного навколишнього середовища. В нашому випадку агресивним середовищем є розчини кислого, лужного та сольового розчину, в які в подальшому будуть поміщені всі зразки.

### **Методика дослідження полягала в наступному:**

- за основу беруться 15 зразків облицювального каменю;
- проводиться заміри блискоміром всіх зразків, в шести різних точках, однієї площини;
- виконується сканування поверхонь зразків;
- отримані зображення опрацьовуються в програмі Mdistones
- зразки поділяються на 3 групи та поміщають в сольовий, лужний та кислий розчини;
- зразки залишають в розчинах деякий час (від 10 до 20 днів);
- зразки виймаються з резервуарів, миються під струменем теплої води та просушуються на спеціальному папері.
- після просушення зразки проходять виміри по тій же схемі;
- результати вимірювань обраховуються та порівнюють для визначення впливу агресивного середовища на зміну декоративних властивостей каменю.

Були одержані й математичні залежності, що характеризують зміну блиску для різних зразків природного каменю в різних середовищах табл. 1.

Математичні залежності, що характеризують зміну блиску

<b>Кисле середовище</b>	
1. зразок № 3 гранодіорит	$y = 0.0076x^2 - 5.9197x + 65.967$ $R^2 = 0.9764$
2. зразок № 4 габро	$y = -0.1326x^2 - 2.3477x + 40.417$ $R^2 = 0.9804$
3. зразок № 8 габро	$y = -0.2689x^2 - 3.0962x + 67.283$ $R^2 = 0.9719$
4. зразок № 10 омельянівський граніт	$y = -0.1818x^2 - 3.1273x + 51.8$ $R^2 = 0.9529$
5. зразок № 13 лабрадорит	$y = -1.1705x^2 + 5.0265x + 82.517$ $R^2 = 0.9858$
6. зразок №14 маславський граніт	$y = -0.7008x^2 + 2.0174x + 57.783$ $R^2 = 0.988$
<b>Лужне середовище</b>	
1. зразок № 1 гранодіорит	$y = -0.6553x^2 + 2.9295x + 57.717$ $R^2 = 0.9902$
2. зразок №6 габро	$y = -0.6136x^2 + 2.1439x + 60.833$ $R^2 = 0.9389$
3. зразок № 7 габро	$y = -0.697x^2 + 3.5333x + 61.2$ $R^2 = 0.9919$
4. зразок №9 омельянівський граніт	$y = -0.7614x^2 + 3.9265x + 57.117$ $R^2 = 0.9672$
5. зразок № 12 лабрадорит	$y = -0.4621x^2 - 0.6864x + 89.367$ $R^2 = 0.9634$
6. зразок № 15 маславський граніт	$y = -1.1136x^2 + 8.5833x + 37.967$ $R^2 = 0.9702$
<b>Сольове середовище</b>	
1. зразок №2 гранодіорит	$y = -1.1818x^2 + 7.5515x + 43.667$ $R^2 = 0.9721$
2. зразок №5 габро	$y = -1.1742x^2 + 7.2561x + 47.1$ $R^2 = 0.9645$
3. зразок №11 лабрадорит	$y = -1.322x^2 + 8.3174x + 79.25$ $R^2 = 0.9847$

**Висновки**

1. Застосування інформаційно-комп'ютерних технологій дає можливість прогнозувати стійкість каменю, визначати основні його параметри, створити базу даних для подальшого прогнозування, та бути основою для надання рекомендацій по захисту виробів з природного каменю.
2. Зміна декоративності природного каменю залежить від його різновидів, середовища, в якому його експлуатують та від використання засобів захисту.
3. Найбільш негативно впливає на показники декоративності кисле середовище.
4. Найменш негативно сольовий розчин.
5. Під дією кислого середовища показники якості з часом урівнюються (наближаються до певного спільного показника).

**Література:**

3. Камських О.В. Дослідження взаємозв'язку зовнішніх проявів корозії і зміни фізико-механічних властивостей декоративного каменю / С.О. Жуков, Р.В. Соболевський, С.В. Кальчук, О.В. Камських // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Житомир, 2008. - № 1(44). – С. 140–143.
4. Камских А.В. Исследование коррозионной стойкости декоративного камня в различных агрессивных средах / Р.В. Соболевский, А.В. Камских // Сборник научных трудов “Добыча и обработка применения природного камня”. - Магнитогорск, 2007. – С. 176–180.
5. Використання апаратних засобів формування цифрових відеозображень для дослідження зразків природного каменю / Є.С. Купкін, Ю.О. Подчашинський, О.О. Ремезова // Вісник ЖДТУ. – 2004. – № 2(29) / Технічні науки. – С. 104–112..
6. Застосування інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеоінформації в гірничо-геологічній галузі / А.О. Криворучко, Є.С. Купкін, Ю.О. Подчашинський, О.О. Ремезова // Вісник ЖДТУ. – 2005. – № 1(32) / Технічні науки. – С. 107–116.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТРІЩИНУВАТОСТІ МАСИВУ НА ГОЛОВИНСЬКОМУ РОДОВИЩІ ЛАБРАДОРИТУ

**Вступ.** Тріщинуватість порід є одним із параметрів, які визначають запаси корисної копалини і впливають на режим експлуатації родовища. Тріщинуватість є одним з чинників, які зумовлюють відмінності між механічними властивостями порід в зразку і в масиві.

Всі різновиди тріщин тією чи іншою мірою впливають на процес та якість проведення БВР. Це зумовлюється насамперед тим, що на початковому етапі вони розділяють суцільність масиву на окремі частини, та можуть містити в собі воду або залишки вивітрювання гірських порід, та впливають на швидкість поширення ударних хвиль під час вибуху. В результаті експериментальних дослідів встановлено, що частина енергії, яка переноситься хвилею, зустрівши тріщини, витрачається на переподібнення середовища на їх границях, а друга частина проходить у напрямку вільної поверхні.

**Матеріали.** Лабрадорити, є першосортним облицювальним каменем, що складається практично з одного плагіоклазу, звичайного лабрадору. Структура лабрадориту, як правило, панідіорморфозерниста, а текстура трахітоїдна або масивна, колір від білого до чорного, нерідко спостерігається іризація плагіоклазу.

На Головинському родовищі отримав розвиток лабрадорит темно-сірий до чорного. Мінералогічний склад якого представлений плагіоклазом (60-100%), піроксенном (до 40%), олівіном (до 30%), калієвими польовими шпатами (до 3%), кварцем (до 7%).

**Результати.** Для Головинського родовища характерна значна тріщинуватість. За весь період експлуатації Головинського родовища тріщинуватість породи вивчалася на протяжі всіх геологічних розвідок.

По цим даним встановлено, що на родовищі можна виділити 3 основні системи тріщин., які зведені в таблиці (1):

Таблиця 1

Основні системи тріщин на кар'єрі

№ з/п	Система тріщин	Азимут простягання °			Кут простягання °			Середня відстань між тріщинами
		Від	До	Перев	Від	До	Перев	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Поздовжні (S)	275	315	305	70	90	85	2,5
2.	Поперечні (Q)	7	57	30	75	90	85	2,0
3.	Пластові (L)	-	-	-	-	-	10-30	1,7

Повна питома тріщинуватість лабрадоритів за даними розвідки змінюється від 0,11 до 4,01 м/м<sup>2</sup>. Середня по родовищу тріщинуватість складає 1,18 м/м<sup>2</sup>.

Лабрадорит Головинського родовища характеризується слабкою тріщинуватістю та крупною блочністю, для яких максимальний лінійний розмір блока в масиві складає 4,0 м., а середній 1,8 м., при коливаннях від 0,7 до 2,7 м.

За даними підприємства вихід блоків із гірської маси за останні 5 років складає 23,5 %. З врахуванням всього комплексу даних про декоративність лабрадоритів на Головинському родовищі виділяються: високодекоративні, декоративні, малодекоративні та недекоративні різновиди.

Основними засобами підвищення терміну служби кам'яного облицювання із Головинського лабрадориту є використання їх для внутрішнього облицювання, влаштування підлоги, та сходів тобто з врахуванням властивостей породи та характеру експлуатації.

**Висновки.** Тектоніка родовища досить складна. Комплексний аналіз матеріалів дозволив розшифрувати структуру родовища та виділити наступні рівні первинної та тектонічної тріщинуватості:

- 1) тріщини окремоті – первинна тріщинуватість, тектонічні тріщини;
- 2) вузькі протяжні зони підвищеної тріщинуватості та тектонічні шви північно-західного простягання з незначним переміщенням уздовж них скідного характеру;
- 3) широкі лінійні зони підвищеної тріщинуватості північно-східного та північно-західного напрямків, що контролюють положення та орієнтування ореолів гідротермально-метасоматичних змін лабрадоритів;

**В.Т. Підвисоцький, д.геол.н., проф.  
Н.М. Остафійчук, ст. викладач**  
Житомирський державний технологічний університет

### **ОСОБЛИВОСТІ ПОШУКІВ РОДОВИЩ АЛМАЗІВ В ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

Територія України входить в склад Східноєвропейської кімберлітової мегапровінції. Алмази різних генетичних типів на території України знайдені в різновікових теригенних відкладах Волино-Поділля, північної окраїни Українського щита (УЩ), Середнього Придніпров'я, Північного Причорномор'я, Донбасу і Приазов'я. Алмази кімберліт-лампроїтового і метаморфогенного типів присутні в осадових утвореннях всіх регіонів і складають 90 % від загальної кількості знайдених кристалів. Прояви кімберлітового магматизму на території України відомі в трьох районах – на півночі Волино-Поділля, в центральній частині УЩ і в Приазов'ї. В межах УЩ також відомий ряд імпактних структур в метаморфізованих породах, в яких встановлені алмази імпактного типу. Не знайдені поки що в корінних породах прояви метаморфогенних алмазів. Окрім того, в осадових породах є знахідки алмазів проблематичного генезису, які пов'язані, скоріш за все, з не традиційними першоджерелами. За віком алмазоносні формації України поділяються від верхнього протерозою до четвертинного віку.

Як відомо, прогнозуванню родовищ алмазів притаманні загальні принципи наукового прогнозу родовищ, такі як доцільність вироблення критеріїв прогнозу відносно до типових площ з характерними для них пошуковими обставинками, спільномірність масштабів досліджень і об'єктів прогнозу, класифікація вивчаємих утворень на генетичній основі і т. д.

Пошуки корінних алмазних родовищ на докембрійських щитах мають ряд особливостей, які пов'язані із складністю застосування на їх територіях традиційних пошукових методів. Застосування геофізичних методів не дає очікуваних результатів через складність геофізичних полів. Шліхо-мінералогічне опробування зіштовхується із значними труднощами як в плані проведення самого опробування так і в плані констатації та діагностики індикаторних мінералів кімберлітів.

В геолого-пошукових роботах на території України в повній мірі була використана шліхо-мінералогічна методика, яка застосовувалась в Якутській алмазоносній провінції. Опробувався сучасний алювій річкових систем і яро-балкової сітки – вздовжберегові відклади, відклади кос і обмілин. Але якщо в районах розвитку відомих кімберлітових полів в Якутії при сучасному розмиві саме в цих відкладах розповсюджені продукти руйнування кімберлітів, то в Україні з її потужним лесовим перекриттям, який бронює більш древні комплекси порід, сучасний муло-пісковий алювій є малоінформативним як в генетичному плані, так і по гранулометрії. Опробування такого алювію дає неконтрастні ореоли дрібних зерен мінералів-супутників і, в основному, мікроалмази, розмір яких, як правило, дрібніше 0,5 мм.

Особливі труднощі пов'язані з виділенням із дрібнозернистих осадків та діагностикою як мінералів-індикаторів так і алмазів. Важкі фракції шліхів, які отримані в процесі відмивання проб, представлені, як правило, великими об'ємами і складаються в основному з мінералів кристалічних порід щита, серед яких переважають різного складу гранати, магнетит, ільменіт та ін. При цьому діагностика дрібних зерен піропу ускладнена, а пікроільменіт в класі -0,5 мм діагностувати практично не можливо.

Виконані на території України в якості першого етапу шліхо-мінералогічні роботи та малооб'ємне опробування сучасних алювіально-делювіальних відкладів і розкритих ерозією більш древніх осадків, дозволили провести в визначеній часткою ймовірності районування окремих регіонів Українського щита і прилеглих площ по перспективності виявлення порід кімберлітового складу. В розряд перспективних віднесені райони із знахідками алмазів і проявами ореолів розсіювання супутніх алмазу високобаричних мінералів. Це Побужсько-Придністровський регіон, в якому виявлені алмази, піропи та інші мінерали-супутники в сучасному алювії і третинних відкладах, північно-західна частина щита з алмазами і мінералами-супутниками в докембрійських конгломератах білокоровицької світи та продуктах їх руйнування, Приазовська частина щита з трубковими і дайковими тілами кімберлітів, з алмазами і мінералами-супутниками в древньочетвертинних і сучасних відкладах, територія Донбасу, на окремих ділянках якої у відкладах карбону, пермі та сучасному алювії виявлені алмази і супутні йому високобаричні мінерали. В розряд перспективних були віднесені Кухотсько-Серхівська і Кіровоградська площі в зв'язку з проявами в них кімберлітового магматизму.

В перерахованих регіонах за результатами шліхо-мінералогічного аналізу в свою чергу виділяють більш локальні площі для проведення першопочаткових геолого-пошукових робіт, в їх межах встановлені локальні ділянки прояву дрібних алмазів, піропів та інших високобаричних мінералів, але питання про їх першоджерело до теперішнього часу не вирішене. Дрібні розміри алмазів, труднощі, пов'язані з їх вилученням, одинарні знахідки, які не завжди повторюються, не дозволили прослідкувати шляхи їх міграції в процесах осадконакопичення для виявлення положення їх корінних першоджерел.

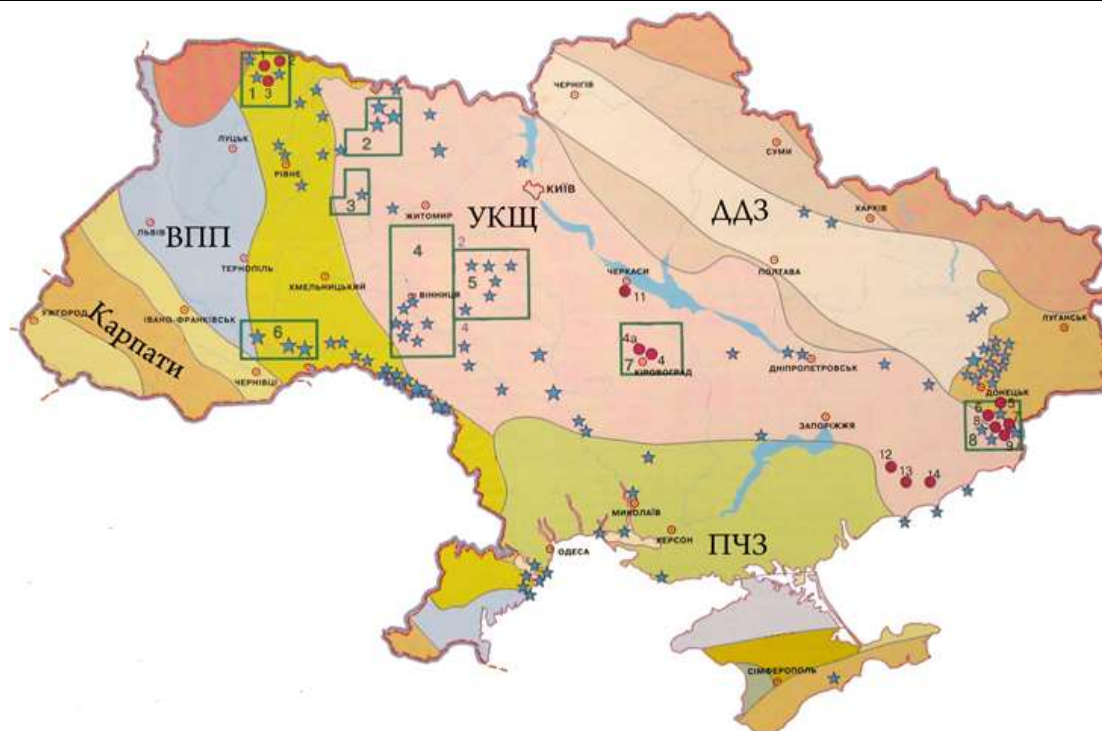


Рис. 1. Перспективи алмазоносності території України



знахідки алмазів розміром: а – менше 1 мм, б – від 1 до 3,5 мм в теригенних відкладах  
знахідки кімберлітів: 1, 2, 3, 5 – уламки кімберлітової брекчії на ділянках Кухотська Воля (1), Перекалля (2), Серхів (3), Горняцька (5); 4, 4а – дайки слюдистих кімберлітів на Лесяківській (4) і Щорсівській ділянках; кімберлітові трубки – Петрівська (6), Надія (7), Новолакинська (8), Південна (9)



перспективні площі для пошуків кімберлітів і пов'язаних з ними родовищ алмазів: Волинська (1), Новоград-Волинська (2), Шепетівська (3), Бердичівсько-Вінницька (4), Сквирська (5), Придністровська (6), Кіровоградська (7), Приазовська (8)

ВВП Волино-Подільська плита  
УКЩ Український кристалічний щит  
ДДЗ Дніпровсько-Донецька западина  
ПЧЗ Причорноморська западина

Не дають відповіді на запитання про можливу наявність на території щита і прилеглих територій алмазоносних кімберлітів і хімічні особливості виявлених зерен мінералів-супутників алмазу. Піропи в породах осадового чохла представлені в основному різновидами лерцолітового парагенезису, а склад хромшпінелідів за вмістом хрому і титану також не відповідає алмазній фації цього мінералу.

Відкриті в Приазов'ї кімберліти також залишаються мало вивченими як відносно типоморфізму високобаричних мінералів, так і в плані формування ореолів розсіювання всього комплексу індикаторних мінералів в осадовому чохлі. Для цього необхідно проведення дослідно-методичних робіт по визначенню шляхів міграції від першоджерела піропів та інших супутників алмазу, виявлення закономірностей поведінки індикаторних мінералів в осадовому процесі. З цією метою потрібно прослідкувати характер розповсюдження продуктів руйнування кімберлітів від трубкових тіл по річковій системі на різних рівнях розвитку терас, і, відповідно і в різному часі четвертинного осадконакопичення.

Результати дослідно-методичних робіт в районах розвитку кімберлітів по з'ясуванню закономірностей поведінки і розповсюдження в осадовому процесі індикаторних мінералів буде сприяти удосконаленню методики проведення пошукових робіт в інших перспективних регіонах території України. Підсумовуючи весь матеріал можна сказати, що підвищення ефективності пошуків алмазних родовищ визначається необхідністю проведення на перспективних територіях України шліхо-мінералогічного, середньо- та великооб'ємного опробування базальних пісково-гравійно-галькових горизонтів теригенних відкладів з метою констатації безпосередньо алмазу та високобаричних мінералів алмазної асоціації. Лише прямі знахідки відносно крупних алмазів зможуть відповісти на запитання про перспективи виявлення алмазоносних кімберлітів в певному регіоні.



І.А. Піскун, магістрант, гр. РР-38м  
Науковий керівник – С.І. Башинський, к.т.н.  
Житомирський державний технологічний університет

### ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМКІВ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА МЕТОДОМ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ НА ОСНОВІ ДАНИХ ХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ

Як і будь-яка інша промисловість, гірництво в більшості випадків орієнтується на споживача. Саме наявність попиту на сировину стимулює видобування тих чи інших корисних копалин.

Перед видобуванням корисних копалин необхідно проаналізувати ринок збуту, і вивчити вимоги до якості сировини, при цьому необхідно пам'ятати, що вітчизняні вимоги сильно відрізняють від світових, тож ще на початку проектування підприємства необхідно потурбуватись про відповідність якості сировини якомога вищим вимогам. Необхідно провести якомога детальнішу геологорозвідку родовища, підрахувати об'єми запасів за категоріями, провести відбір проб для проведення хімічного аналізу порід, визначення мінерального, та гранулометричного складу та ін. На основі вище вказаних даних необхідно спрогнозувати закономірності розповсюдження корисних та акцесорних порід в межах загальної площі родовища, та виділити перспективні напрямки розробки родовища. Розбивка родовища на блоки в залежності від якості порід дозволяє спланувати гірничі роботи та зробити усереднення гірничої маси таким чином, щоб в кінцевому результаті якість сировини була якомога вищою.

Для вирішення вище описаних задач пропонується використати метод інтерполяції. Суть методу розбивки родовища на блоки за допомогою інтерполяції полягає у відмінності хімічного складу порід на різних ділянках родовища. Так як даний метод потребує значної кількості розрахунків та геометричних побудов, то для підвищення їх точності та зменшення трудоемності даного процесу було використано додаток GEOVIA Surpac.

Дана робота базується на результатах детальної геологічної розвідки Йосипівського родовища первинних лужних каолінів (1968 р.). Дане родовище знаходиться неподалік с.Йосипівка, Баранівського району, Житомирської області. Розробка родовища розпочалася ДП "Шпат" у 2011 р. Каолін використовується в багатьох галузях для виготовлення різноманітної продукції. Класифікація каоліну згідно до вимог ТУ У В.2.7.-14.2-05468498-006-2007 та залежності хімічних та фізичних властивостей від сфери застосування наведена в таблиці 1. [1]

Таблиця 1

Марки незбагаченого каоліну та жорстви		
Матеріал	Марка	Сфера застосування
Каолін первинний	КШФ	тонкокерамічне виробництво (художній та господарський фарфор, електротехнічний фарфор)
	КШС	виробництво санітарно-технічного фарфору
	КШБ	виробництво будівельних матеріалів
Жорства	ЖШ	каолінізована кварц-польовошпатована сировина

Головним завданням в ході виконання даної роботи можна назвати встановлення якості первинних каолінів та їх відповідність тій чи іншій марці торгової сировини (табл. 2), а також закономірності їх розповсюдження на території родовища. [2]

Таблиця 2

Найменування показників	Норми для марок			
	КШФ	КШС	КШБ	ЖШ
Масова частка оксиду заліза (не більше)	0,8	0,8	1,0	1,0
Масова частка двооксиду титану (не більше)	0,3	0,4	0,4	0,3
Масова частка оксиду алюмінію (не менше)	15,0	14,0	14,0	12,0
Масова частка оксиду калію (не менше)	4,5	3,0	3,0	5,0
Масова частка оксиду кальцію (не більше)	0,6	0,8	0,8	0,6

Для проведення розрахунків, та здійснення побудов необхідно мати наступні дані: координати геологорозвідувальних свердловин; висотні відмітки геологорозвідувальних свердловин; висотні відмітки денної поверхні; журнал опробування; висотні відмітки кривлі та підшви шарів порід в межах родовища; дані хімічного аналізу свердловин. Всі вище перераховані показники необхідно звести до однієї спільної бази даних, на основі якої додаток виконає ряд зазначених розрахунків та побудов.

Підґрунтям для здійснення всіх обрахунків і побудов являється геологічна база даних, яка була створена власноруч, на основі вище перерахованих параметрів. Surpac використовує модель реляційної бази даних (в нашому випадку Microsoft Access). Використання реляційних баз даних дає можливість стандартними інструментами організувати дані опису літології родовища та під'єднати результати опробовування по кожній свердловині. Інструментарій баз даних дозволяє провести первинний аналіз коректності та достовірності використовуваних даних.

Для коректної роботи додатку, у створеній нами базі даних, необхідно є наявність двох обов'язкових таблиць: таблиця "устя свердловини" (collar), та таблиця "інклінометрії" (survey). Таблиця "устя свердловини" має складатись з наступних полів: назва (номер) свердловини; координата Y; координата X; координата Z; глибина свердловини; траєкторія ствола свердловини (дане поле обов'язково має бути присутнє, але не завжди заповнюється, зокрема, в нашому випадку, умовно прийнято, що свердловина пробурена перпендикулярно до горизонтальної площини). Таблиця "інклінометрії" складається з полів: назва (номер) свердловини; глибина заміру; кут нахилу свердловини до горизонту; азимут горизонтального положення свердловини. Дані таблиці відіграють роль сполучної ланки з додатковими таблицями. В ролі додаткових таблиць виступають: таблиця "літологічний склад родовища", та таблиця "породи". Таблиця "літологічний склад родовища" складається з ряду наступних полів: назва (номер) свердловини; висотна відмітка кривлі шару; висотна відмітка підшви шару; назва породи в межах даного шару. Таблиця "породи" слугує для спрощення процесу заповнення попередньої таблиці та складається з полів: назва породи, та колір, яким вона позначатиметься після побудови моделі родовища.

Наступним кроком даної роботи є побудова блокової моделі, на основі попередньо створеної бази даних. Блокова модель - це тривимірна модель ділянки, побудована шляхом розбиття цієї ділянки на прості елементи (блоки), які мають форму паралелепіпеда та містять в собі різноманітну інформацію, яка характеризує даний елемент. Прикладом такої інформації може бути вміст корисних елементів, об'ємна вага, гранулометричний склад, хімічний склад, марка корисної копалини, та ін. Інформація якою описується той чи інший блок визначається методом інтерполяції, на основі випадково розміщених просторових даних. Інтерполяція може базуватись на використанні різних методів: зворотної відстані; ординарного кригінгу; простого кригінгу; індикаторного кригінгу; методом найближчого значення. Використання методу інтерпрляції в першу чергу базується на даних геологічної розвідки, проте, для прогнозування геології невідомих ділянок родовища та кореляції отриманих даних використовуються постулати геостатики. Геостатика являє собою набір статистичних функцій, які використовуються для вивчення просторового розподілення різноманітних геологічних величин і вирішення практичних задач прикладної геології. Перш за все, ці функції дозволяють описати закономірності кореляції вмісту тих чи інших елементів у межах заданої просторової моделі. Головним інструментом геостатистики є варіограма. Варіограма використовується для просторової кореляції між довільно розміщеними даними геологічної розвідки. Після того як варіограма з даними геологічної розвідки буде описана математичними функціями, дані залежності можна буде використовувати для визначення невідомих значень досліджуваного параметру в будь-якій точці даного родовища. Переглянути результати інтерполяції можна шляхом створення перерізів за різними напрямками через створену модель.

За допомогою Surpac, на базі блокової моделі, можна виконати підрахунок запасів в контурах родовища. Підрахунок запасів може здійснюватись з використанням різних елементів, у відповідності до яких необхідно підрахувати запаси. Такими елементами можуть бути: розкривні або корисні копалини; окремі шари розкривних, або корисних копалин; марки корисної копалини в залежності від її хімічного складу, та ін. Результати підрахунку запасів відображаються у вигляді об'ємної величини (м.куб). Проте, за необхідності можна вказати питому масу порід в якості множника для об'єму та отримати результат у тонах. [3]

Висновок: результатом проведеної роботи є: тривимірна модель родовища з розбивкою на шари, залежно від типу порід, збудована на основі геологорозвідки; тривимірна модель тіла корисної копалини, розбита на блоки в залежності від класифікації каолінів (таб.1); також даний додаток дозволяє підраховувати об'єм тіла корисної копалини та розкривних порід, і за необхідності, в автоматичному режимі, збудувати геологічний розріз по заданій лінії.

#### **Список літератури:**

1. Технічна документація ДП "Шпат" / 10.02.2011 р. / Проект розробки Йосипівського родовища первинних лужних каолінів
2. Наказ ДКЗ України (номер 354) / 20.12.2006 р. / Інструкція із застосування класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр родовищ каолінів / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [www.zakonz.rada.gov.ua](http://www.zakonz.rada.gov.ua)
3. Gemcom Surpac "Геологічний курс" / методичний посібник / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [www.gemcomrussia.com](http://www.gemcomrussia.com)

**Приймаченко В., магістрант**  
**Науковий керівник – Коробійчук В.В., к.т.н., доц.**  
*Житомирський державний технологічний університет*

### **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РУЙНУВАННЯ НЕГАБАРИТІВ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ГІДРОМОЛОТУ**

Ведення гірничих робіт показує, що навіть при застосуванні прогресивних способів ведення вибухових робіт не вдається повністю виключити вихід великої фракції (негабаритів). Найбільшої популярності для руйнування негабаритів на кар'єрах на яких з певних причин обмежується використання вибухових робіт застосовують гідравлічні молоти. Відсоток виходу негабаритів від підірваної маси в залежності від гірничо-геологічних умов може змінюватися від 5 до 20 відсотків. Попадання негабаритного шматка в приймальну щілину дробарки пов'язане із зупинкою всього технологічного ланцюжка підприємства. Тому метод з застосуванням гідравлічних молотів потребує детального дослідження.

Незважаючи на ефективність вибухових робіт, все таки залишаються великі об'єми гірських порід які підлягають вторинному дробленню. Наявність негабаритних кусків утрудняють ведення гірських робіт, призводить до погіршення якості підготовки гірничої маси, а також, підвищення собівартості видобування корисних копалин.

Продуктивність руйнування негабаритів залежить як і від технічних параметрів гідромолоту, так і від характеристик екскаватора, що використовується в якості бази на якому закріплений гідромолот, а також від його правильного використання.

На руйнування негабаритів гідромолотом впливає дуже багато різних факторів. Основними факторами, які впливають на продуктивність гідромолоту є:

- Питома енергоємність руйнування негабариту;
- Радіус руйнування негабариту, при якому гідромолот має максимальну притиску силу, за рахунок ваги рукояті.

Ударний імпульс визначає основний фізичний критерій процесу руйнування – питому силу удару, тобто напругу при ударному впливі. Руйнування відбувається, якщо напруга перевищує межу міцності породи.

Технічна продуктивність гідромолоту визначається його ефективною потужністю, тобто добутком енергії удару і частоти ударів. Чим більше міцність матеріалу, який потрібно руйнувати за допомогою гідромолоту, тим більший вплив на продуктивність надає величина енергії удару. Енергія удару гідромолоту має бути такою, щоб руйнування оброблюваного матеріалу відбувалося не більше ніж за 15–30 секунд.

Було визначено, що найбільш ефективним є дроблення негабаритів під прямим кутом (90°) щодо гідромолоту, оскільки при іншому положенні гідромолоту ним здійснюється косий удар і спостерігається несприятливі його режими роботи – простріл (холостий удар) або бічний відскік.

Рекомендується працювати гідромолотом тільки спереду або ззаду базової машини. Використання гідромолоту з бічних сторін базової машини може призвести до перекидання екскаватора, або різних руйнівних коливань машини.

Притискати гідромолот до негабаритного шматка породи за допомогою гідроциліндрів робочого обладнання потрібно так, щоб рівнодіюча сила притискання була спрямована уздовж осі молота, що зменшує радіус роботи екскаватора.

#### **Література:**

1. Зубченко О.А., Коробійчук В.В., Шамрай В.І. Дослідження впливу технологічних параметрів гідромолоту DAEWOO DOOSAN на його продуктивність // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2014. 2/7 ( 68 ). С. 41–46.
2. Зубченко О.А., Шамрай В.І. Дослідження впливу часу руйнування негабаритів на об'єм утворених кондиційних шматків / Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. 2014. 3 (70). С. 134–139.
3. Закусило Р.В., Кравець В.Г., Коробійчук В.В. Засоби ініціювання промислових зарядів вибухових речовин: монографія/Житомирський державний технологічний університет. Житомир, 2011. 212 с.
4. Кравець В.Г., Коробійчук В.В., Бойко В.В. Фізичні процеси прикладної геодинаміки вибуху: монографія/Житомирський державний технологічний університет. Житомир, 2015. 408 с.
5. Levyskyi V., Sobolevskyi 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. Т. 33. № 2. С. 83–90.

Прокудин А.З., соискатель  
Солодянкин А.В., профессор кафедры СГГМ, д.т.н., проф.  
Национальный технический университет «Днепропетровская политехника» (г. Днепр)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННОЙ КРЕПИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА В КАЧЕСТВЕ МЕЖРАМНОГО ОГРАЖДЕНИЯ

Опыт сооружения и эксплуатации шахт в сложных горно-геологических условиях свидетельствует, что для обеспечения эксплуатационного состояния выработок необходимо наряду с установкой крепи применять специальные меры по повышению их устойчивости.

В настоящее время на шахтах Западного Донбасса для поддержания капитальных выработок в сложных условиях применяются комбинированные крепи с тампонажем закрепного пространства. Многолетний опыт поддержания выработок на шахтах этого региона показал их высокую технологичность и эффективность [1, 2]. В результате равномерного распределения нагрузки, устранения сосредоточенных усилий и перекоса более рационально используется материал крепи, снижается величина изгибающих моментов, эффективнее работают узлы податливости, появляется дополнительный несущий слой из затвердевшего материала. Несущая способность крепи в этом случае увеличивается в несколько раз.

В качестве несущей конструкции применяется крепь КШПУ с шагом установки 0,5 м и железобетонной затяжкой. Затяжка, как несущий элемент в этой конструкции малоэффективна, поскольку имеет низкую несущую способность, ресурсоемка, нетехнологична, формирует большое количество стыков после укладки и, фактически, выполняет при тампонаже роль опалубки. Следовательно, она может быть заменена профнастилом либо иным листовым материалом – более удобным по технологичности и транспортируемости и менее дорогим материалом. Поскольку в этом случае межрамное ограждение практически не работает как несущий элемент, рассмотрим влияние параметров тампонажного слоя, как искусственного каменного материала величину смещений породного контура и размер зоны неупругих деформаций (ЗНД).

Для исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) массива пород, вмещающего выработку, принят метод конечных элементов, реализованный в программном продукте «Phase2» [3], разработанный канадской лабораторией геомеханики Rocscience.

Исследования предполагали расчет и анализ нескольких моделей с разными параметрами комбинированной крепи. На первом этапе была разработана «контрольная» модель, исходными параметрами которой являлись горно-геологические условия шахт Западного Донбасса.

При этом результаты перемещений пород на контуре выработки и границы зоны неупругих деформаций, полученные при решении «контрольной» модели считались «эталонными», и соответствовали аналогичным параметрам измеренных в шахтных условиях. Конечно-элементная схема модели представлена на рис. 1, а картина перемещений и форма ЗНД на рис. 2.

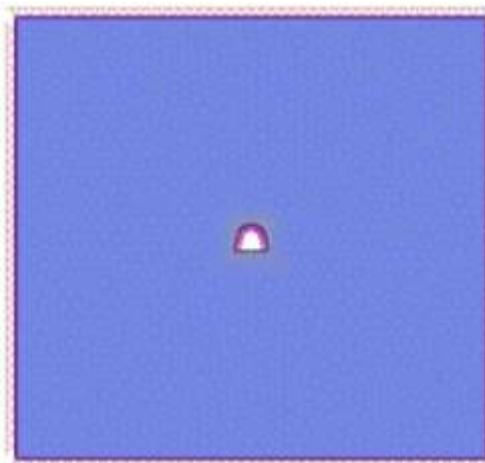


Рис. 1. Конечно-элементная расчетная схема

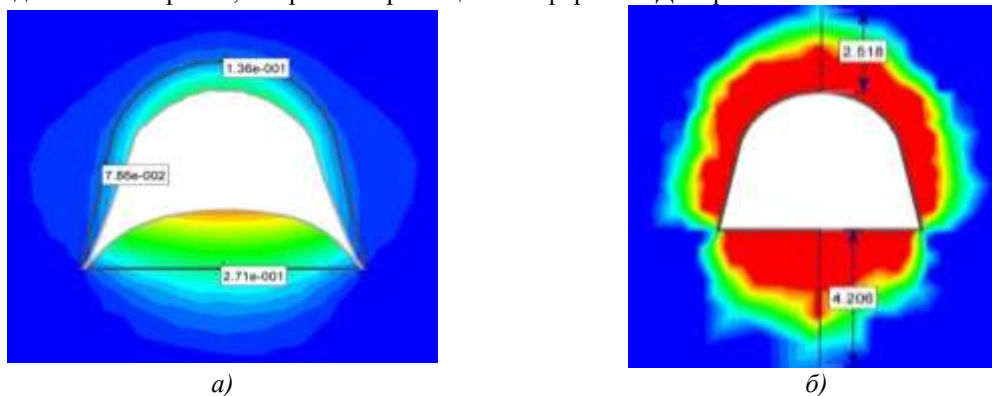


Рис. 2. Перемещения на контуре выработки и конфигурация ЗНД полученные при решении задачи для «контрольной» модели

В дальнейшем в «контрольную» модель вносились изменения исследуемых параметров, затем выполнялся сравнительный анализ эталонных и полученных результатов.

В качестве исследуемых параметров были выбраны ширина закрепного пространства (переборы),  $m - \delta$ , прочность тампонажного раствора (твердеющей смеси), МПа –  $R_{сж}$  и шаг крепи,  $m - l_{кр}$ .

Величина переборов  $\delta$  варьировалась в пределах от 0,05...0,30 м. Прочностные показатели тампонажных растворов были приняты в соответствии с [4], и варьировались от 3 до 18 МПа. Влияние шага крепи в исследуемых моделях рассматривалось при его значении равном 0,3; 0,7 и 1 м.

С учетом всех перечисленных изменяемых параметров было разработано и рассчитано 48 численных моделей.

Результаты численного моделирования представлены на рис. 3-5. При построении графиков были использованы величины смещений породного контура в кровле выработки, поскольку деформации пород кровли являются определяющим и провоцируют смещения породного контура по всему периметру.

Анализ выполненных исследований показал, что смещения породного контура уменьшаются с увеличением

толщины и прочности тампонажного раствора. Работа профильного листа в разработанной численной модели, вследствие его небольшой толщины, не рассматривалась.

Прочность тампонажного камня – параметр, который в наибольшей степени влияет на величину смещений породного контура, может быть увеличена за счет дисперсного армирования полимерными волокнами в количестве 0,1...1%.

#### Список литературы:

1. Шашенко А.Н., Смирнов А.В., Солодянкин А.В. Пучение пород почвы в выработках угольных шахт. Днепропетровск: ЛизуновПрес, 2015. – 256 с.
2. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В., Мартовицкий А.В. Управление устойчивостью протяженных выработок глубоких шахт /– Днепропетровск: ЛизуновПрес, 2012. – 384 с.
3. Phase<sup>2</sup>. Finite Element Analysis for Excavations and Slopes. version 8.0 // Режим доступа: <https://www.roscience.com/products/3/Phase2>.
4. Солодянкин А.В., Гапеев С.Н., Выгодин М.А., Воронин С.А. Крепление капитальных выработок с использованием твердеющих смесей на основе шахтной породы // Уголь Украины. – 2017. – № 3. – С. 11-16.

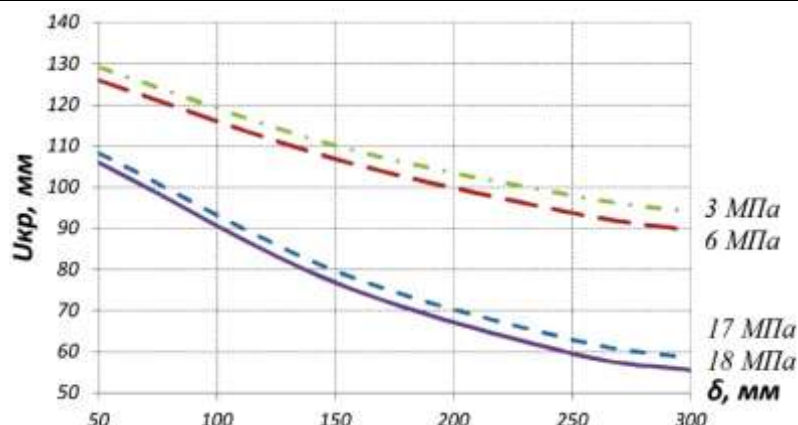


Рис. 3. Влияние величины переборов на смещения контура кровли при разной прочности тампонажного раствора

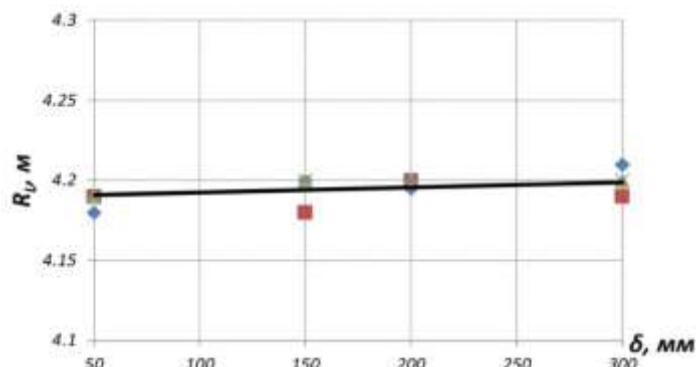


Рис. 4. Влияние величины переборов на развитие ЗНД вокруг выработки при разной прочности тампонажного раствора

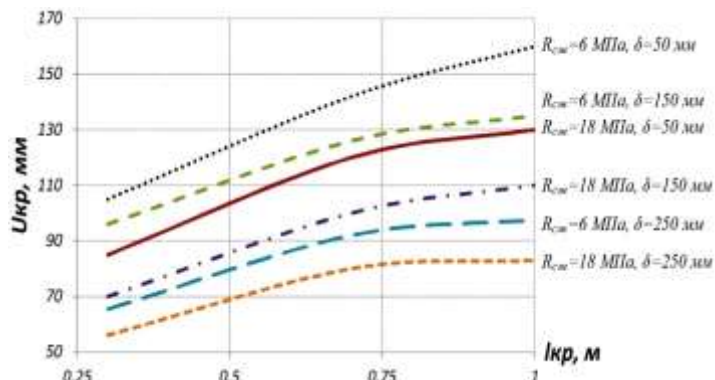


Рис. 5. Влияние шага крепи на величину смещений контура кровли, при разных значениях прочности и толщины тампонажного раствора

Є.Г. Ренке, студ.,1 курс, гр, РР-38м  
С.В. Кальчук, к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

### ВПЛИВ НЕРІВНОСТЕЙ ПРОФІЛЮ РЕЙОК СТАВКИ НА ПАРАМЕТРИ ДИСКОВОГО РОЗПИЛЮВАННЯ НА ПРИКЛАДІ ФОП «ПСЮКІВСЬКИЙ О.Й.»

Провідною виробничою галуззю на Житомирщині є обробка природного каменю. Висока рентабельність виробництва зумовлена близьким розташуванням сировинної бази та геологічно обумовленим багатством регіону на якісний блочний камінь. Сутність процесу обробки, в загальному вигляді, полягає у виконанні послідовних операцій розпилювання, шліфування-полірування, та окантовування слябів.

Одним із головних процесів є розпилювання. На більшості камнеобробних підприємств використовується дискове розпилювання із ланцюговою подачею ставки на рейковій колії. Важливою характеристикою операції розпилювання є діаметр диска верстата, його потужність та величина робочої подачі. Останні два параметра та характеристика сировини визначають яким чином, власне, буде відбуватися розпилювання.

В ході проведення досліджень на ФОП «Псюківських О.Й.» були встановлені наступні залежності (рис. 1) між викривленням рейкового шляху у горизонтальній і вертикальній площині та потужністю верстата на заданих етапах розпилювання типового блоку.

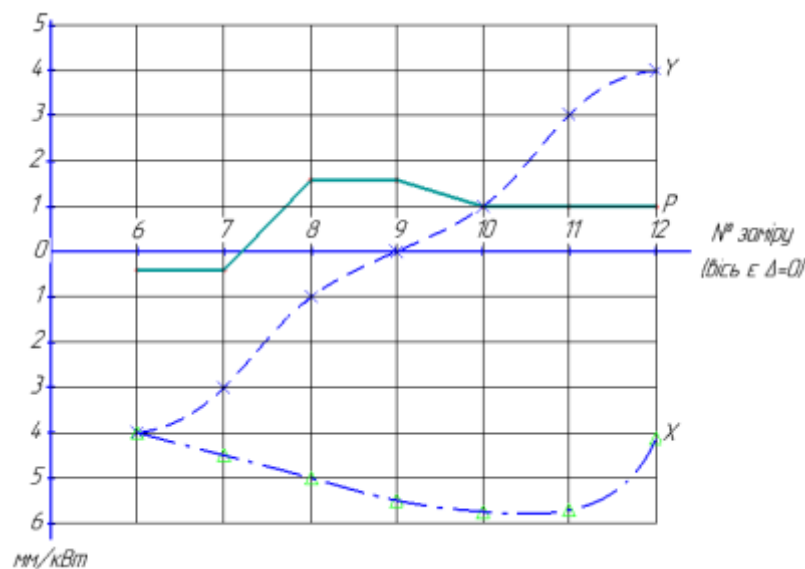


Рис. 1 Графік відносних залежностей

Варто зазначити, що спостереження велися за дисковим верстатом із діаметром пили 2700 мм та експлуатаційною потужністю 36 кВт (номінальна 55 кВт) при розпилюванні типового гранітного блоку висотою 1700 мм, шириною 1800 мм та довжиною 2000 мм. Запланована швидкість різання знаходиться в межах 18-20 м/с із глибиною різі 8-10 мм. Довжина рейкового шляху складає 6100 мм, виміри здійснюються від центру платформи (ставки) з періодичністю 200 мм. Результати значень та відхилень наведені у сантиметрах (таблиця 1).

Таблиця 1  
Результати дослідів

Замір №	Значення X	Значення Y	Відхилення X	Відхилення Y	Процес, що спостерігається	Сила струму за приладом, А	Розрахована потужність, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8

*Розробка родовищ корисних копалин.  
Маркшейдерське забезпечення геотехнологій*

1	34,9	5	0,1	-	Холостий хід, наближення ставки	35	23,1
2	34,85	5	0,15	-	Перше доторкання до поверхні пиляння	42	27,7
3	34,8	4,8	0,2	-0,2	Запилювання	54,7	36
4	34,75	4,6	0,25	-0,4			
5	34,65	4,5	0,35	-0,5			
6	34,6	4,6	0,4	-0,4	Розпилювання	54	35,6
7	34,55	4,7	0,45	-0,3			
8	34,5	4,9	0,5	-0,1		57	37,6
9	34,45	5	0,55	-			
10	34,43	5,1	0,57	+0,1		56,2	37
11	34,44	5,3	0,56	+0,3			
12	34,59	5,4	0,41	+0,4	50	33	
13	34,63	5,2	0,37	+0,2			
14	34,64	5	0,36	-	Поступове зменшення площі пили, зануреної у блок		
15	34,71	4,6	0,29	-0,4	Вихід значної площі пили із пропилу	45,3	30
16	34,75	4,7	0,25	-0,3			
17	34,82	5	0,18	-	Мінімальне входження площі пили у блок	40	26,4
18	34,84	5	0,16	-	Холостий хід, наближення ставки	35	23,1

За отриманими даними можливо здійснити ряд висновків. По-перше, викривлення мають відчутний вплив на потужність верстату. Із цього випливає, що збільшення значення викривлення дестабілізує нормативне значення потужності  $i$ , в свою чергу, погіршує оптимальність процесу різання. По-друге, зростання позитивного відхилення потужності сприяє підвищеному споживанню електроенергії верстата. Таким чином зростають економічні втрати підприємства. По-третє, відхилення потужності від нормального експлуатаційного значення може призводити як до передчасної необхідності ремонту, так і до не повного використання (простою) потужності верстата. Іншими словами – втрати у результативній продуктивності підприємства.

У підсумку маємо: вплив викривлень ставки на параметри дискового розпилювання присутній та достатньою мірою значний. Головним чином це позначається на змінах значень потужності верстату під час етапу розпилювання, що в свою чергу негативно впливає на оптимальність процесу різання.

Шляхом вирішення проблеми є відновлення рівності поверхні шліфуванням рейок. Дана операція призначена для усунення хвилеподібного зносу і коротких нерівностей на поверхні катання рейки з метою зменшення вібраційного впливу платформи на колію. Здійснивши шліфування на ділянках найбільших відхилень можливо досягнути вирівнювання полотна і платформи відносно горизонту і зменшити її бічні коливання таким чином вирішивши питання не оптимальності процесу різання.

**В.В. Семенюк, асистент**  
**Науковий керівник – Корнієнко В.Я., к.т.н., доц.**  
*Національний університет водного господарства та природокористування*

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ НАВІСНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИДОБУТКУ БУРШТИНУ ВІБРОГІДРАВЛІЧНИМ СПОСОБОМ**

В Україні розвідані значні поклади цінного бурштину. На Рівненщину припадає біля шести відсотків світового запасу бурштину. Сумарні запаси оцінюються у 100 тис. т, які переважно залягають у піщаних та піщано-глинистих ґрунтах на глибині до 15 м і є достатніми для дослідження та впровадження нових технологій та обладнань. Добування бурштину із піщаних родовищ в основному здійснюється двома способами: механічним та гідравлічним. Механічний спосіб включає в себе механічну розробку масиву ґрунту у відкритому кар'єрі або під землею та включає: розкриття продуктивного шару ґрунту, екскаваційні роботи, транспортування породи, грохотіння, миття породи, рекультивацію земель. Гідравлічний спосіб здійснюється при розмиванні продуктивного шару ґрунту струминами високого тиску, та виносі бурштину на поверхню родовища гідравлічними потоками. Спосіб супроводжується виносом мінерального ґрунту на поверхню родовища, не забезпечує повного вилучення бурштину з родовищ, енергомісткий, призводить до зміни структури ґрунтів, утворення порожнин. Тому, дані проблеми потрібно порушити через те, що механізми та машини, які застосовують при відомим методам видобутку бурштину (механічний та гідравлічний) шкодять навколишньому середовищу, руйнуючи природній ландшафт, а також, на обладнання витрачається значні обсяги енергоресурсів, що є вагомим економічним показником для будь-якої галузі виробництва. Незважаючи на нові технології, які пропонують та запроваджують для розробки родовищ бурштину, обладнання, що застосовують, має як і позитивні, так і негативні сторони. Зробимо аналіз гідромеханічного способу підйому бурштину на поверхню піщаного родовища. та запропонувати модернізовану будову віброгідравлічного інтенсифікатора за якою видобуток буде проводитися економічно і екологічно-якісніше від його прототипу.

Габаритні розміри прототипу віброгідравлічного інтенсифікатора малі для того щоб захватити більшу ширину ділянки родовища: ширина – 1,8м.; довжина – 1,6м.; висота – 5 м. Невелика ширина захвату змушує повторювати цикл операцій частіше і трактор – тягач повинен рухатися на мінімальній відстані від розробленої ділянки для того, щоб вилучити бурштин із родовища повністю. Це спричиняє до додаткових витрат на паливе, що є негативною стороною для даного агрегату. Модернізований віброгідравлічний інтенсифікатор в транспортному положенні має такі ж параметри, а в робочому ширині захвату збільшується вдвічі. В робочий стан дане обладнання приводиться наступним чином. Навісна база трактора переводиться в робоче положення, робочий орган встановлюється перпендикулярно до місця розробки, за допомогою гідроциліндра. За допомогою привідного зубчастого колеса (в залежності від конструкції можна застосувати гідроциліндри), що за зубчастою передачею приводить в дію допоміжне зубчасте колесо. Основний блок із біконічними вібробудувачами залишається нерухомим, а два інших розводяться по обидві сторони основного, надаючи в кінцевому результаті більшу ширину захвату конструкції. Це означає що трактор-тягач із обладнанням буде долати набагато меншу лінійну відстань (майже вдвічі), на відміну від прототипу, щоб розробити однакову за площею ділянку, де знаходиться бурштин.

Таким чином, при розробці піщаних родовищ «сонячного каменю» із застосуванням модернізованого віброгідравлічного інтенсифікатора, витрати на паливе для трактора-тягача значно зменшуються, адже більше роботи буде йти на саме обладнання, а не на його переміщення.

В результаті проведеного дослідження та порівняння модернізованої моделі із прототипом зменшуються витрати на пально-мастильні матеріали для трактора-тягача під час переміщення віброгідравлічного інтенсифікатора по однаковій за площею ділянки, завдяки зміні конструкції при якій збільшилася ширина захвату обладнання. Тому удосконалене обладнання під час розробок піщаних та піщано-глинистих родовищ бурштину є економічно доцільніше, ніж його прототип.

#### **Список літератури:**

1. *Корнієнко В.Я.* Аналіз сучасних технологій та вибір обладнання для вилучення бурштину із піщаних родовищ з найменшим техногенно-екологічним впливом на навколишнє середовище / *В.Я. Корнієнко* // Вісник НУВГП, Збірник наукових праць, № 2 (38). – Рівне. -2007. - С. 352-358.
2. Спосіб вилучення бурштину з родовища. Патент України №32201А від 15.12.2000. Бюл.№ 7-П.
3. *Маланчук З.Р.* Гідровидобуток корисних копалин: [навч. посібник для студ. вищих навч. закл.] / *З.Р. Маланчук, С.Р. Боблях, Є.З. Маланчук.* Національний ун-т водного господарства та природокористування. — Рівне : НУВГП, 2009. — 280с.



**В.В. Семенюк, магістрант, 1 курс, гр. ГГ-21м**  
**А.В. Панасюк, доцент кафедри маркшейдерії, к.т.н.**  
*Житомирський державний технологічний університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ І АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ПОБУДОВИ МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ ОПОРНИХ І ЗЙОМОЧНИХ МЕРЕЖ**

При проектуванні та створенні маркшейдерських опорних та зйомочних мереж маркшейдерська служба зобов'язана дотримуватися вимог нормативних документів, передусім, інструкції по виробництву маркшейдерських робіт. Для цього здійснюється оцінка точності маркшейдерських робіт, як на етапі проектування мереж, так і після виконання робіт.

З широкого різноманіття способів створення маркшейдерських мереж різні підприємства та організації найчастіше віддають свою перевагу саме створенню ходів полігонометрії, геодезичним засічкам, геометричному та тригонометричному нівелювання.

На сучасному етапі все більшої популярності в використанні набувають електронно-оптичні прилади – електронні тахеометри, а також системи супутникового позиціонування. Застосування електронних тахеометрів дозволило впровадити способи створення маркшейдерських опорних та зйомочних мереж, як при відкритій розробці родовищ корисних копалин, так і при відпрацюванні покладів підземним способом, які базуються на загальному вимірюванні довжин ліній та кутів, які раніше не використовувались через велику трудомісткість. Нормативна база маркшейдерської служби оновлюється дуже рідко, і на даному етапі розвитку техніки та технологій відстає та не відображає змін, які відбулися в оснащенні підприємств сучасною вимірювальною технікою.

Існує безліч способів оцінки точності маркшейдерських мереж. Вони базуються, як на суворому, так і наближеному зрівнюванні результатів вимірювань. Відомі програмні комплекси і окремі програми, що дозволяють виконати зрівняльні обчислення і оцінити точність елементів мережі. Але ці програми спрямовані на вирішення проблеми для конкретних мереж, різноманітність і кількість яких велика.

Необхідність розробки узагальнених способів оцінки мереж різних видів, яка б дозволила оперативно порівнювати їх між собою і оптимізувати їх проектування є досить актуальною науково-прикладною задачею, з метою підвищення ефективності проектування та аналізу точності маркшейдерських робіт на основі цих способів оцінки мереж, які створюються на гірничих підприємствах з використанням сучасних маркшейдерсько-геодезичних приладів.

За раніше проведеними дослідженнями було взято декілька методів аналізу маркшейдерських мереж. Одним із розглянутих методів є метод математичного моделювання геодезичних засічок. Завдяки цьому методу було встановлено, що основні типи геодезичних засічок можуть бути зведені в одну геометричну схему, при цьому для аналізу точності положення пунктів, що визначаються, запропонований матричний метод, який ґрунтується на теорії параметричного зрівнювання. Також завдяки даному методу були отримані формули, які базуються на визначенні параметричного зрівнювання, для оцінки точності кутових, лінійних і лінійно-кутових засічок.

В ході проведення дослідження було виконано зрівнювання оберненої кутової засічки, як по кутах, так і по напрямках, при цьому було доведено, що зрівнювання по напрямках у випадку кругових прийомів забезпечується тільки після врахування з результатів спостережень напрямків усередненого значення початкового напрямку.

Також були проведені аналітичні дослідження на основі яких була приведена загальна формула розрахунку похибки положення визначеного пункту та розраховані значення коефіцієнту для випадків однократної та двократної засічок, що дозволяє виконати оперативне проектування геодезичних засічок при створенні маркшейдерських зйомочних мереж.

Проаналізувавши дані методики, а саме аналітичні дослідження та метод математичного моделювання, можна зробити висновок, що для ефективного вирішення поставленої проблеми потрібно поєднувати існуючі методи. Це допоможе з більшою точністю визначити положення, кутові та лінійні значення, а також допоможе визначити похибки з більшою точністю.

### **Список використаної літератури:**

1. Акулова, Е.А. Методика математической обработки информации при реконструкции маркшейдерских опорных геодезических сетей: дисс. канд. техн. наук. / Е.А. Акулова. Екатеринбург: УТТГА, 1997. – 123 с.
2. Бакка М. Т. Аналіз точності маркшейдерських мереж: навч. посібник / М. Т. Бакка, В.О. Назаренко. – Житомир : ЖДТУ, 2007. – 146 с.
3. Маркузе Ю.И., Голубев В.В. Теория математической обработки геодезических измерений: Учеб. пособие. М.: Альма Матер, 2010. – 247 с.
4. Смирнов Н.В., Белугин Д.А. Теория вероятностей и математическая статистика в приложении к геодезии. – М.: Недра, 1969. 379 с.

Сідоров О.М., аспірант  
Вешняков М.М., магістрант  
Мельниченко А., магістрант  
Науковий керівник – к.т.н., доц. Коробійчук В.В.  
Житомирський державний технологічний університет

## ЗНИЖЕННЯ МІЦНОСТІ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ ПРИ БАГАТОРАЗОВОМУ НЕРУЙНІВНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

**Вступ.** Руйнування, які є наслідком тривалого впливу повторних або змінних навантажень, називаються втомним. А ті найбільші напруги, при яких зразок гірської породи тривалий час може зберігати стійкість (суцільність) в умовах змінних навантажень без руйнування, називають межею втомної міцності. Це явище вперше було виявлено німецьким вченим – інженером залізничного транспорту Вьолером, який розробив методику визначення межі втоми і сформулював ряд закономірностей втомної міцності деталей і агрегатів рухомого залізничного складу.

Гірські породи, які розміщені в межах родовища піддаються циклічним навантаженням при вибуховому руйнуванні гірського масиву в вибої. При селективному видобуванні блоків природного каменю в щебневих кар'єрах необхідно мати інформацію про зниження міцності природного каменю на певних ділянках кар'єру. Як відомо, гірські породи добре витримують напруги на стиск та погано витримують на розтяг. Так, ослаблення міцності гірських порід при вибуховому навантаженні відбувається головним чином під дією напружень, що розтягують. З огляду на викладене вище, в якості критерію міцності гірських порід необхідно прийняти межу міцності на розтяг.

**Викладення матеріалу.** Багаторазові неруйнуючі навантаження гранітних окремостей здійснювалися скиданням на них сферичного ударника, що є аналогом випробування гранітного зразка на розтяг, при цьому змінювалися висота скидання ударника і кількість навантажень.

Опір гірської породи ударним діям визначався за методикою згідно ГОСТ 30629–2011 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний».

Для випробування виготовляють чотири зразки гірської породи розміром 200×200×30 мм. На зразках встановлювався геометричний центр. Фактура поверхні зразків має була пиляною. Зразок в легко-сухому стані (стані природної вологості) укладався в центр ящика на вирівняний шар піску завтовшки не менше 100 мм. Потім наносились удари падаючою гирею в геометричний центр зразка. Перший удар наносився з висоти 15 см, кожного наступний удар наносився при підніманні гирі послідовно на 5 см. Вага гирі 1 кг. Після кожного удару зразки оглядалися. Випробування проводять до тих пір, поки на зразку не з'явилися видимі тріщини або зразок не руйнувався. Під час проведення випробування підстильний шар піску постійно вирівнювався. Як показник опору гірської породи ударній дії приймають мінімальну висоту скидання гирі (в сантиметрах), при якій на зразку з'явилися тріщини або відбулося його руйнування.

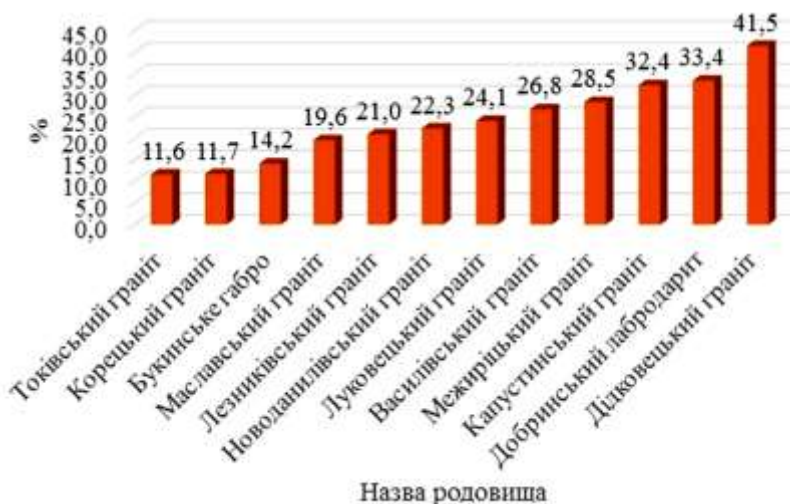


Рис. 1. Зниження міцності зразків природного каменю при руйнуванні ударним способом

Зниження міцності зразків природного каменю при руйнуванні їх ударним способом проводилося на зразках гірської породи розміром 200×200×30 мм. На зразках встановлювався геометричний центр. Фактура поверхні зразків була пиляною. Багаторазове скидання ударника проводилося з однієї висоти до руйнування зразків в результаті накопичення порушень від попередніх навантажень. Перед випробуваннями вимірювалась швидкість розповсюдження поверхневої ультразвукової хвилі в зразку каменю ультразвуковим приладом УК-14МП, після кожного скидання гирі проводилось вимірювання швидкості поверхневої ультразвукової хвилі в зразку в чотирьох напрямках, отримані дані усереднювали.

**Висновки.** Випробувано на опір ударним діям 13 родовищ природного каменю. Опір склав від 35 до 55 см. При чому більшість гірських порід була в межах 40–45 см.

2. Встановлений опір гірської породи до багатократних ударних дій показав, що при невеликій питомій енергії удару (1,47–2,7 кДЖ/м<sup>3</sup>) є граніти (Жежелівське, Токівське, Корецьке родовища), які практично не руйнуються. Саме такі родовища придатні для супутнього видобутку блоків природного каменю в умовах щебеневих кар'єрів.

### Список літератури:

1. Korobiichuk V. Study of Ultrasonic Characteristics of Ukraine Red Granites at Low Temperatures // International Conference on Systems, Control and Information Technologies 2016. Springer International Publishing. 2016. С. 653–658.
2. Levytskyi V., Sobolevskyi 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. Т. 33. № 2. С. 83–90.
3. Криворучко А.О., Коробійчук В.В., Подчашинський Ю.О., Ремезова О.О. Застосування інформаційно-коп'ютерних технологій для дослідження гірничо-екологічних особливостей родовищ рудних і нерудних корисних копалин // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. 2007. № 1 (40). С. 186–195
4. Shamrai V., Korobiychuk V. Influence of grinding-polishing of natural stone on its shine and lightness shades // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2014. Т. 5. № 5. С. 71.
5. Sobolevskyi R., Korobiichuk V., Iskov S., Pavliuk I., Kryvoruchko A. Exploring the efficiency of applying fractal analysis for the process of decorative stone quality control // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 6 / 3 (84). P. 32–40.
6. Закусило Р.В., Кравець В.Г., Коробійчук В.В. Засоби ініціювання промислових зарядів вибухових речовин: монографія/Житомир: ЖДТУ, 2011. 212 с.
7. Кравець В.Г. Фізичні процеси прикладної геодинаміки вибуху : монографія / В.Г. Кравець, В.В. Коробійчук, В.В. Бойко. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 408 с.
8. Sobolevskyi R., Zuievskan N., Korobiichuk V., Tolkach O., Kotenko V. 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. 2016. 5/3 (83). P. 21–29.
9. Korobiichuk V., Shamrai V., Iziumova O., Tolkach O., Sobolevskyi R. Definition of hue of different types of pokostivskiy granodiorite using digital image processing // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. 4/5 (82). P. 52–57.
10. Korobiichuk I., Korobiichuk V., Nowicki M., Shamrai V., Skyba G., Szweczyk R. The study of corrosion resistance of Pokostivskiy granodiorites after processing by various chemical and mechanical methods // Construction and Building Materials. 2016. Volume 114. P. 241–247.
11. Коробійчук В. В., Коробійчук І. В., Ломаков Г. М. Дослідження впливу агресивного середовища на колірне забарвлення поверхні каменю // Вісник Криворізького національного університету. 2014. № 28.
12. Коробійчук В. В., Жуков С. О., Астахов В. І. Вплив технологічних чинників на якість лицьовального каменю // Вісник Криворізького національного університету. 2014. № 28.
13. Sobolevskyi R., Vaschuk O., Tolkach O., Korobiichuk V., Levytskyi V. A procedure for modeling the deposits of kaolin raw materials based on the comprehensive analysis of quality indicators // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2017. № 3 (3). С. 54–67.
14. 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.
15. Levytskyi V., Sobolevskyi 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. Т. 33. № 2. С. 83–90.

**Б.С. Скороход, магістрант, 1 курс, гр. ГГ-21м  
А.О. Криворучко, доцент кафедри маркшейдерії, к.т.н.  
Житомирський державний технологічний університет**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ РОБІТ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ПІДГОТОВКИ ПОРІД ДО ВИЙМАННЯ**

Маркшейдерська служба є дуже важливим елементом гірничовидобувних підприємств. Її основні результати широко використовують в різних галузях: будівництві, при розвідці родовищ, тунелів метрополітенів, підземних переходів. На сучасному етапі в процесі розвідки та експлуатації родовища з різних підрозділів підприємства поступають великі об'єми геологічної, геометричної та маркшейдерської інформації, що потребують нових методів її збору, зберігання і обробки з застосуванням комп'ютерної технології та ефективних інструментів її аналізу при здійсненні геометризації родовищ корисних копалин. Створення різноманітної гірничо-геометричної документації – це надзвичайно відповідальний і трудомісткий процес. Крім наочності і зручності, вона повинна мати відповідну точність, яку досягають у результаті виконання трудомістких операцій. Розвиток комп'ютерних технологій дозволяє автоматизувати цю роботу.

Враховуючи актуальність проблеми метою даної роботи є виявлення основних закономірностей і характеристик розміщення родовища, якісних особливостей покладу і обробка структурних особливостей.

Багаторічний досвід відпрацювання родовищ показує, що проблема його вивчення та геометризації залишається актуальною протягом всього періоду експлуатації родовища. На кожному етапі відпрацювання родовища важливо звертати увагу на нові параметри родовища, що є визначальними і впливають на стан гірського масиву.

Значний внесок у вирішення питань геометризації внесли відомі вчені М. Леонтовський, В.І. Бауман, П.К. Соболевський. Надалі розвиток цих питань продовжено в роботах їхніх учнів і послідовників: І.М. Ушакова, П.А. Рижова, З.Д. Низгурецького, В.О. Букринського, В.М. Гудкова, Г.І. Вілєсова, Д.О. Казаковського, О.О. Трофимова, В.М. Калинченка, В.І. Кузьміна та ін.

Види геометризації надр. Геологічні показники поділяються на ознаки, що характеризують форму масиву гірських порід, його властивості та процеси, що відбуваються в надрах.

Залежно від напрямку вивчення надр розрізняють: геометризацію форми покладів корисних копалин і умов їх залягання; геометризацію розміщення фізико-хімічних і технологічних властивостей покладів і вміщуючих порід; геометризацію процесів, що відбувалися і відбуваються в надрах.

Залежно від етапу вивчення родовища конкретних завдань і масштабів складання гірничо-геометричні креслень розрізняють регіональну, детально розвідувальних та експлуатаційних геометризацію родовищ.

Регіональну геометризацію здійснюють у масштабах від 1:50000 до 1:500000 за даними пошукових робіт, космічної, аерофотографічної, геологічної та геофізичної зйомок. Вона дозволяє робити широкі узагальнення і загальні прогнози, визначати райони, перспективні для подальшої розвідки родовищ.

Детально-розбивочну геометризацію проводять в масштабах від 1:5000 до 1:50000 на основі даних детальної розвідки, геологічної, структурно-геологічної та геофізичної зйомок. На цій стадії складають різні гірничо-геометричні графіки форми, умов залягання покладу, розміщення в них компонентів та ін. За матеріалами геометризації оцінюють родовища, підраховують запаси, проектують гірничі підприємства.

Експлуатаційну геометризацію складають в масштабах 1:100 - 1:5000. Її проводять на основі матеріалів детальної розвідки і гірничо-геологічної інформації, що одержують при проходці підготовчих і очисних гірничих виробок

У методиці геометризації розглядають питання техніки і методики виявлення і зображення форм і властивостей родовищ, їх умов залягання і процесів, що відбуваються в надрах. Джерелом інформації про поклад є розвідка і її основний спосіб – опробування. Результати опробування покладу геологорозвідувальними свердловинами варто розглядати як систему нерівномірно розташованих даних, у якій є порожнини і прошарки інших порід. Неоднорідність опробування по площі, характер розподілу і розкид величин значень показників для формування відомостей про пласт корисної копалини вимагають використання різних методів створення топографічних поверхонь.

Отримані дані при розвідці родовищ являють собою сукупність випадкових величин, значення яких залежить від розміщення розвідувальної мережі. При цьому розвідувальні роботи необхідно проводити так, щоб досягти необхідної точності за мінімальної кількості вихідних даних.

Очевидним є те, що надійність визначення, наприклад, середніх показників потужності пласта, середнього вмісту показників якості покладу безпосередньо залежить від кількості проб, за якими

визначаються ці показники. В свою чергу необхідна кількість проб обумовлюється розмірами покладу, складністю його форми, характером та ступенем мінливості якості сировини. Відповідно таким чином встановлюється тісний зв'язок між щільністю розвідувальної мережі та характерними особливостями родовища.

Варто сказати, що об'єм геологорозвідувальних досліджень має безпосередній вплив на повноту, детальність, достовірність, геолого-маркшейдерської документації, точність виявлення та прогнозування просторового розміщення гірничо-геологічних параметрів родовища. Похибки ж в визначенні останніх мають вплив на техніко-економічні показники всього гірничого виробництва.

Варто зазначити, що будь-яка геологічна модель, як, до речі, і будь-яка модель, є тільки лише наближеним описом досліджуваного об'єкту. Одним із видів похибок, які ускладнюють модель, є похибки алгоритму. Тому процес побудови моделі не може закінчуватися побудовою карти, а повинен бути продовжений аналізом моделі, зокрема, виявленням і усуненням алгоритмічних помилок.

Оптимальним методом інтерполяції на базі програмного забезпечення Surfer в умовах вихідних даних родовища гранітів є метод Кріге (крігінг). При використанні даного методу максимально зберігається загальний характер поля (положення екстремумів, їх інтенсивність, положення осей аномальних зон) або спотворюється в незначній мірі.

Натурні геолого-структурні дослідження такі як: детальне геолого-структурне картування кар'єрного поля, яке супроводжується зйомкою тріщинуватості масиву гірських порід. Дає можливість в результаті картування значно уточнити зведений геолого-структурний план кар'єру, який створений по матеріалам детальної розвідки, дається мінерально-петрографічна типізація гірських порід родовища з акцентом на ті їх особливості, які прямо впливають на висаджуваність. Досить важливо при виконанні польових робіт не обмежуватися формальним проведенням вимірювань, а виявити основні закономірності розвитку тріщинуватості в досліджуваному масиві відносно літологічних і структурних факторів.

В польовому журналі повинна бути індексація всіх вимірних тріщин таким чином, щоб тріщини, однотипні по генезису і просторовому розміщенню відносно складчастої породи мали однаковий індекс. Індексція тріщин в подальшому дає можливість сформувати структурну базу даних, полегшує обробку польових вимірювань і саме головне – дозволяє уникнути помилок в інтерпретації отриманих даних.

Для літологічних і структурно однорідних ділянок масиву будують кругові орієнтирні діаграми тріщин, які формують природну окремість. При цьому в масиві даних, по якому будують дану діаграму, можна об'єднати результати вимірювань з різних маршрутів. Зазвичай будуються 10-20 діаграм, розміщених більш менш рівномірно по всьому кар'єрному полю. Кожна діаграма включає не менше 100 вимірів орієнтування тріщин. По розміщенню згущення полюсів тріщин на діаграмі виділяють системи тріщин і встановлюють їх параметри. Отримана в результаті польових вимірювань індексація тріщин допомагає правильно встановити генетичний тип даної системи і її орієнтування відносно складчастості порід.

Районування масивів гірських порід по висаджуваності являє собою виділення і графічне відображення границь ділянок кар'єрного поля. Оскільки головним фактором, що визначає висаджуваність порід є степінь тріщинуватості, то процедуру районування кар'єрного поля по висаджуваності необхідно починати зі статичної оцінки блочності масиву і з розробки місцевої класифікації порід даного родовища по блочності.

Класифікація, особливо включаючи в неї параметри висаджування, і карта висаджування порід повинні періодично коректуватися. Ціль такого коректування – оптимізація параметрів висаджування і більш точне ділення на категорії вибуховості. Останнє досягається шляхом вводу проміжних класів по тріщинуватості, а відповідно і категорії висаджуваності.

Зйомку тріщинуватості в кар'єрі виконують паралельно з геолого-структурним картуванням по встановленим в ході нього відносним однорідним ділянкам. При цьому вимірюють елементи залягання (азимут і кут падіння) тріщин і відстань між сусідніми тріщинами одної системи, дається характеристика форми окремостей. Якщо візуально тріщини не виділяються, виконується масовий замір орієнтування тріщин, а відстань між тріщинами вимірюють мірною стрічкою по натягнутому вздовж уступу шнуру.

Дослідження даних з просторової точки зору дозволяє виявити взаємозв'язки між різноманітними процесами, що здійснюють вплив на процес видобування, і тим самим прийняти оптимальні рішення та втілити їх швидше і ефективніше. Одержану інформацію можна представити як у вигляді друкарських карт високої якості, так і інтерактивних зображень, пов'язавши їх з діаграмами, таблицями, кресленнями, фотографіями, знімками та іншими необхідними файлами.

Моделювання родовищ на комп'ютері, прогнозування розміщення показників на сусідніх ділянках за допомогою ПС слугують основою для оптимального розв'язку задач комплексного дослідження і освоєння надр з урахуванням геологічних, технологічних і економічних факторів.

**О.В. Федорчук, магістрант 1 курсу, групи ГГ-21м**  
**Р.В. Соболевський, д.т.н., проф.**  
Житомирський державний технологічний університет

## ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ТОЧКИ НА ОСНОВІ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ ВИСОКОЇ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ

Визначення координат точок основне завдання при побудові карт, точність якого залежить від обраного методу зйомки, приладів, техніки, програмного забезпечення та людського фактору. Використання супутникових знімків високої роздільної здатності може скоротити затрати часу і надати необхідну точність. Значна вартість знімків компенсується оперативністю виконання робіт.

Для отримання необхідної точності потрібно провести фотограмметричну обробку супутникових знімків високої роздільної здатності. Важливою задачею при використанні супутникових знімків є встановлення величини похибки, яка викликана відхиленням висоти цієї точки від середньо-прийнятого значення. В табл. 1 наведені значення похибки в залежності від рельєфу і відхилення від висі надиру одержані згідно підходів [1-3].

Таблиця 1

Відхилення висотної позначки від середнього значення

Відхилення від висі надиру	Відхилення висотної позначки від середнього значення ( $\Delta H$ )							
	1м	2м	5м	10м	50м	100м	500м	1000м
5°	0,09м	0,17м	0,44м	0,87м	4,37м	8,75м	43,74м	87,49м
10°	0,18м	0,35м	0,88м	1,76м	8,82м	17,63м	88,16м	176,33м
15°	0,27м	0,54м	1,34м	2,68м	13,40м	26,79м	133,97м	267,95м
25°	0,47м	0,93м	2,33м	4,66м	23,32м	46,63м	233,15м	466,31м
40°	0,84м	1,68м	4,20м	8,39м	41,95м	83,91м	419,55м	839,10м

Аналіз одержаних результатів доводить необхідність проведення ортотрансформування для отримання вихідного продукту високої якості. Також варто зауважити, що отримання якісного вихідного продукту потребує достатньо точні точки польової підготовки. Якщо кількість опорних точок на місцевості буде недостатня то середньоквадратична похибка координат буде значно більшою ніж це допустимо. Бажано мати 4-5 опорних точок по всій площі знімку і на різній висоті. Зазвичай план місцевості виконують в місцевих системах координат, а отримані з супутника знімки високої роздільної якості мають зовсім іншу прив'язку. Тут виникає необхідність перерахунку координат для подальшої трансформації растрового зображення, яка вирішується з допомогою афінного перетворення.

### Список літератури:

1. Титаров П.С. Практичні аспекти фотограмметричної обробки сканерних космічних знімків високої роздільної якості / П.С. Титаров // Інформаційний бюлетень ГІС-Асоціації. - 2004. - №3. - С. 40-46.
2. Левицький В. Г. Вивчення тріщинуватості масиву гірських порід на основі цифрового фотограмметричного способу / В. Г. Левицький, Р. В. Соболевський // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Житомир : ЖДТУ, 2008. – № 3 (46). – С.124–128.
3. Соболевский Р. В. Разработка методов предварительного прогнозирования, контроля и управления качеством блочного сырья на основе цифровой фотограмметрии / Р. В. Соболевский // Материалы 9-й международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики». – Минск, 2013. – С. 151–156.
4. Sobolevskiy R. V. Evaluation of accuracy of photogrammetric methods and laser scanning for measuring of parameters of cracks natural separateness / R. V. Sobolevskiy, V. H. Levytskyi, V. O. Shlapak // Вісник ЖДТУ. – 2016. – № 1. – С. 158–163.
5. Sobolevskiy R. Quality control of drilling operations for efficiency upgrading of creation of separation plane by lineage drilling / R. Sobolevskiy, V. Shlapak // Metallurgical and mining industry. – 2016. – № 2. – P. 167–173.
6. Sobolevskiy R. Cluster analysis of fracturing in the deposits of decorative stone for the optimization of the process of quality control of block raw material // R. Sobolevskiy, N. Zuievskaya, V. Korobiichuk, O. Tolkach, V. Kotenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Issue 5/3 (83). – P. 21–29